

El Gust per la Lectura

Curs 2023-24

Els crims de la taula periòdica
Xavier Duran i Jordi de Manuel

Guia didàctica

El Gust per la Lectura 2023-2024

Tercer i quart d'ESO

Els crims de la taula periòdica

Guia didàctica

Departament d'Educació

Subdirecció General de Llengües

Servei de Suports i Recursos Lingüístics

Jordi de Manuel Barrabín

Xavier Duran Escriba

Atès el caràcter docent d'aquesta publicació, per a la citació de fragments de textos d'altri i la reproducció de fotografies procedents d'obres publicades (de les quals se cita adequadament la font i el nom de l'autor) ens acollim al dret de citació reconegut a l'article 32.1 del text refós de la Llei de propietat intel·lectual, aprovat pel Reial decret legislatiu 1/1996, de 12 d'abril, i a l'article 10.2 del Conveni de Berna per a la protecció de les obres literàries i artístiques, de 9 de setembre de 1886; i, per tant, està exempta de la necessitat d'autorització i abonament dels drets d'autor.



Els continguts d'aquesta publicació estan subjectes a una llicència de [Reconeixement-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional de Creative Commons](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ca). Se'n permet còpia, distribució i comunicació pública sense ús comercial, sempre que se n'esmenti l'autoria i la distribució de les possibles obres derivades es faci amb una llicència igual que la que regula l'obra original.

La llicència completa es pot consultar a:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ca>

Índex

Introducció	4
Objectiu i estructura de la guia didàctica.....	7
Orientacions per al professorat.....	8
1. Vectors i competències	8
2. Objectius d'aprenentatge.....	9
3. Continguts	10
4. Avaluació.....	10
5. Orientacions didàctiques generals	11
Activitats de lectura amb orientacions didàctiques específiques	13
1. Abans de la lectura	13
Amb el llibre a la mà: què ens suggereix?.....	13
Amb el llibre a la mà: sobre els autors.	13
Amb el llibre a la mà: sobre el segell i l'editorial.	13
Què en sabem?	13
2. Durant la lectura.....	19
3 Després de la lectura.....	21
Què t'ha semblat?	21
Parlem de la novel·la.....	21
La taula periòdica	21
La taula periòdica a la novel·la i a la vida real	22
La història de la taula periòdica	23
Els elements químics al cos humà	27
Els elements químics de la taula periòdica	31
Juguem amb la taula periòdica	31
Annex – Itinerari pels escenaris de la novel·la	32
Recursos.....	35

Introducció

Ciències i humanitats, allò que abans anomenàvem ciències i lletres, formen part d'una sola cultura, però sovint estan massa separades. I això es produeix tant en l'àmbit escolar com en els contextos informals i quotidians i en el món cultural en general. Els currículums i els objectius que s'han d'assolir i la manca de temps hi tenen a veure, però també és probable que es deixin passar oportunitats per treballar de forma global diferents àrees de coneixement, i per dur endavant projectes que beneficiïn matèries d'àmbits molt diversos i, aparentment, poc connectades.

Relacionar ciència i literatura pot generar una d'aquestes oportunitats. La ciència i la tecnologia estan presents en les obres de molts autors¹ i això ja obre possibilitats per treballar conjuntament la literatura i els coneixements i aptituds científics. Pot dur a estudiar personatges, trames i metàfores o a plantejar dilemes ètics i analitzar quina postura mantenien aquests autors respecte al progrés científic i tecnològic.

Per assolir aquest objectiu qualsevol obra podria ser útil: un llibre de divulgació, un assaig, un recull de poemes, una biografia... Però la narrativa, sobretot la novel·la, presenta, en l'àmbit educatiu, avantatges que cal aprofitar, com ha exposat Isabel Pau-Custodio tant en la seva tesi doctoral² com en diverses guies didàctiques del programa El Gust per la Lectura.³

La nostra intenció amb *Els crims de la taula periòdica* era, sobretot, escriure una novel·la. No ens plantejàvem un llibre didàctic ni una reflexió social, sinó, bàsicament, construir una narració que tingués interès per a un públic juvenil, i també per al públic adult, perquè no sempre és fàcil establir una classificació clara sobre els possibles lectors.

El producte final és un híbrid de novel·la negra, novel·la juvenil i novel·la científica. És novel·la negra perquè hi ha un misteri per resoldre —un misteri que es va fent cada cop més gros—, i per això té intriga i acció, i perquè inclou la imprescindible crítica social que ha de tenir el gènere. És novel·la juvenil perquè és el públic preferent en qui hem pensat i perquè molts dels protagonistes són joves i es mouen en un ambient de joves, tant dins com fora de les aules. Però també hi apareixen altres personatges que, d'una manera o altra, estan relacionats, en la seva majoria, amb ambients juvenils. Finalment, és una novel·la científica perquè la ciència i, concretament, la química hi tenen un protagonisme especial. D'entrada, en el títol: què significa que hi hagi uns crims relacionats amb la taula periòdica? És el que els lectors aniran descobrint a mesura que llegeixin. Però la pista principal per a qui llegeix és que alguna cosa deuen tenir a veure amb els elements químics.

¹ DURAN, X. (2016). *La ciència en la literatura. Un viatge per la història de la ciència vista per escriptors de tots els temps*. Universitat de Barcelona.

² PAU-CUSTODIO, Isabel (2017). *La novel·la com a context en l'educació científica*. Tesi doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.

³ Per exemple: PAU-CUSTODIO, Isabel (2020). *Delicte ecològic. Orientacions per al professorat*. Programa El Gust per la Lectura, curs 2020-21.

Aquí és interessant ressaltar que no és una obra de ciència-ficció, sinó, si de cas, del que Carl Djerassi, un dels creadors de la píndola anticonceptiva a finals dels anys cinquanta, químic, escriptor i artista, va anomenar *ciència en ficció*. Per a Djerassi, aquest gènere exposa de manera rigorosa i plausible la realitat de la ciència i dels científics, amb els seus èxits, els seus fracassos i els seus conflictes. Una de les seves obres de teatre especialment interessant que tracta problemes ètics és *An Immaculate Misconception: Sex in an Age of Mechanical Reproduction*.⁴

Qui llegeixi la nostra novel·la pot adquirir alguns coneixements científics, tenir accés a algunes curiositats, però la nostra intenció és que ho faci sense voler, sense adonar-se'n. El pitjor que pot passar-li a una obra que vulgui incitar a la lectura i als treballs multidisciplinaris és que se li vegin clarament uns objectius pedagògics. En el nostre llibre hi ha les dades bàsiques perquè la trama es desenvolupi, però amb continguts científics que no l'entorpeixen, sinó que estan al seu servei.

I per què la química? Podria ser una altra ciència, però, d'entrada, un dels dos autors és químic. I va pensar que, de la mateixa manera que hi ha novel·les negres en què el culpable va deixant pistes basades en llibres secrets, en frases de filòsofs o en obres d'art, n'hi podia haver un que fes referència als elements químics. I amb l'altre autor, biòleg i experimentat en novel·la negra i en novel·la juvenil, van començar a pensar en la trama, els personatges i les situacions.

El 2019 va ser l'Any Internacional de la Taula Periòdica perquè es complien 150 anys des que el rus Dmitri Mendeléiev va publicar la seva proposta per ordenar els elements químics. Era un any ideal per publicar la novel·la.

Si hem parlat de treball multidisciplinari, a mitja novel·la dos dels personatges ho posen en pràctica. A part de proporcionar, potser, alguna idea, també dona peu als lectors a veure dintre de la narració com sorgeixen aquestes idees de col·laboració. I mostra que les assignatures poden ser ben diferents, però que sovint es pot trobar algun nexa comú.

A la novel·la també hi ha elements socials: els desequilibris, els sensesostre, la insensibilitat de persones poderoses i prepotents, la immigració... Tot això dona peu a molts altres debats. Com passa amb la ciència, tots aquests temes apareixen sense que s'hi posi un èmfasi especial i fent que el lector vagi vivint-los i reflexioni críticament sobre aquestes problemàtiques.

Tot plegat, demostra una altra utilitat de les novel·les. Hi ha debats importants i candents en la nostra societat. Tenen a veure amb l'ús de la ciència i la tecnologia, amb l'economia, amb les migracions... És important que els ciutadans hi intervinguin o, almenys, que tinguin un criteri mínim per pensar-hi i comentar-ho en els seus cercles propers. La majoria de gent no ha llegit ni llegirà, per voluntat pròpia, un assaig o un llibre divulgatiu. Però gairebé tots els lectors llegeixen, en un moment o altre, una novel·la. Per això, exposar aquests debats dintre de la literatura de ficció pot fer que les qüestions bàsiques del debat arribin a molta més gent.

⁴ DJERASSI, Carl (2002). *Inmaculada concepció furtiva*. Fondo de Cultura Económica, Mèxic.

Per tot això, *Els crims de la taula periòdica* pot servir per incitar a la lectura i, al mateix temps, per implicar professors de diverses matèries. Pot ser un recurs perquè alumnes i docents hi trobin punts de trobada entre ciències, humanitats i problemes socials. En definitiva, pot ajudar que entre ciències i humanitats hi hagi bona química.

El llibre ha tingut bona acollida i el fet que diversos docents l'hagin fet llegir i treballar a l'aula ens ha permès comentar-lo amb alumnes de moltes escoles i instituts. Hem copsat que n'han fet una lectura atenta i ens han plantejat preguntes interessants, tant sobre la novel·la en si com sobre el procés d'escriptura.

Agraïm la proposta que ens va fer el Departament d'Educació per elaborar aquesta guia didàctica i esperem que ajudi a utilitzar la novel·la com a proposta de lectura, però que també aporti idees per complementar temes del currículum o treballs multidisciplinaris.

Objectiu i estructura de la guia didàctica

L'objectiu d'aquesta guia didàctica és proporcionar orientacions al professorat, que tot impartint matèries de l'àmbit científic, o d'altres àmbits curriculars, hagi decidit que el seu alumnat llegeixi la novel·la *Els crims de la taula periòdica*. Aquest document conté recomanacions i suggeriments relacionats amb les activitats proposades al quadern de l'alumnat, així com les solucions a les tasques.

La guia pretén facilitar que es puguin treballar no només competències lingüístiques i literàries, sinó diferents sabers de l'àmbit científicotecnològic, sobretot relacionats amb la química, a partir de la lectura de la novel·la. Per tant, es pot treballar en col·laboració entre una matèria de l'àmbit científic i una de l'àmbit lingüístic (llengua i literatura catalana). Cal deixar clar que la proposta en cap cas pretén substituir allò que fa el professorat d'aquestes matèries a l'aula, sinó que s'ha d'entendre com un complement a la seva tasca docent a partir d'un recurs, com és una novel·la de gènere, que pot resultar motivador, i una ajuda, el material didàctic, on es poden seleccionar les activitats més adients en funció de l'alumnat i de l'estil docent.

La proposta del quadern de l'alumnat va dirigida a nois i noies de 3r i 4t d'ESO (fins i tot es pot adaptar al batxillerat) i s'estructura en tres blocs d'activitats que proposem que es treballin seqüencialment:

1. Activitats abans de la lectura
2. Activitats durant la lectura
3. Activitats després de la lectura

Aquesta guia, per tant, proporciona eines i recomanacions per treballar aquestes activitats i les orientacions didàctiques per dur-les a terme a l'aula. S'anomenen i, en algun cas, justifiquen els vectors i les competències que es treballen, els objectius que hi ha al darrere i algunes orientacions sobre l'avaluació.

Finalment, la guia suggereix tot un seguit de recursos, la major part d'ampliació, per facilitar el treball d'alguns continguts de l'àmbit científicotecnològic i històric tot aprofitant el context de la novel·la.

Orientacions per al professorat

1. Vectors i competències clau

El currículum vigent demana que, a l'hora d'implementar-lo, es tinguin presents sis elements transversals que han d'amarar el plantejament de les activitats didàctiques. Són els sis [vectors](#). D'aquests, els que, especialment, es treballen al llarg de les activitats del quadern de l'alumnat són:

L'enfocament competencial. Moltes de les activitats que es proposen, combinades amb la lectura, faciliten aprenentatges significatius sobre sabers tecnocientífics. Així, per exemple, hi ha moltes propostes que impliquen fer petites recerques a la xarxa (activitats 30, 32; de la 53 a la 63); fer prediccions i formular hipòtesis (34); experimentar al laboratori i comunicar-ne els resultats (52), o fer treball col·laboratiu en petits grups (bloc "Parlem de la novel·la", activitats de la 42 a la 49).

La qualitat de l'educació de les llengües. El fet de treballar una novel·la en profunditat implica focalitzar algunes activitats en la comprensió lectora, altres en l'expressió d'opinions i del coneixement que es va assolint i, en definitiva, vetllar pel llenguatge acadèmic de les matèries implicades en les tasques i per la millora de la capacitat de l'alumnat per *comprendre, expressar-se, raonar i compartir el coneixement*. Algunes activitats que porten l'alumnat a debatre sobre qüestions pendents de la nostra societat fomenten un ús respectuós de la llengua. Finalment, la lectura literària proporciona models de llengua de qualitat.

La promoció d'una ciutadania democràtica, crítica i compromesa i amb consciència global. Diverses activitats del quadern aborden els dilemes morals i la crítica social que planteja la novel·la, especialment la problemàtica de les persones sense sostre i el racisme latent, i permeten aproximar l'alumnat a aquests problemes socials des de punts de vista alineats amb el vector.

El nou currículum destaca també vuit [competències clau](#), que cal abordar des de tots els àmbits i matèries per tal que l'alumne, quan acabi l'educació bàsica, les hagi desenvolupat amb els aprenentatges fets en totes les àrees i matèries. Els materials del quadern incideixen, sobretot, en la competència en comunicació lingüística, la competència en ciència, tecnologia i enginyeria, la competència ciutadana i la competència en consciència i expressió culturals.

En cada matèria, el currículum desplega una sèrie de [competències específiques](#). Les de Física i Química que es treballen amb les activitats del quadern són:

(CE1) Interpretar fenòmens de la naturalesa, predient-ne i argumentant-ne el comportament a partir de models, lleis i teories propis de la física i química per apropiar-se de conceptes i processos propis de la ciència.

(CE3) Generar, interpretar i validar dades i informació en diferents formats i fonts, fent servir de manera adient el llenguatge científic específic de la química, i usar de manera responsable i segura el material de laboratori, per valorar el llenguatge científic com a eina universal de comunicació i intercanvi de coneixement.

Pel que fa a la matèria de Llengua Catalana i Literatura, les **competències específiques** que es treballen, fonamentalment, són:

(CE4) Comprendre, interpretar i analitzar, amb sentit crític i diferents propòsits de lectura, textos escrits i multimodals reconeixent-ne el sentit global i les idees principals i secundàries, identificant-ne la intenció de l'emissor, reflexionant sobre el contingut i la forma i avaluar-ne la qualitat i fiabilitat, per tal de construir coneixement i donar resposta a necessitats i interessos comunicatius diversos.

(CE5) Produir textos escrits i multimodals amb adequació, coherència, cohesió, aplicant estratègies elementals de planificació, redacció, revisió, correcció i edició, amb regulació dels iguals i autoregulació progressivament autònoma i atenent les convencions pròpies del gènere discursiu triat, per construir coneixement i donar resposta de manera informada, eficaç i creativa a demandes comunicatives concretes.

(CE7) Seleccionar i llegir de manera autònoma obres diverses com a font de plaer i coneixement, configurant un itinerari lector que s'enriqueixi progressivament pel que fa a diversitat, complexitat i qualitat de les obres, i compartir experiències de lectura, per construir la pròpia identitat lectora i gaudir de la dimensió social de la lectura.

2. Objectius d'aprenentatge

Els objectius de la lectura de la novel·la i de les activitats del quadern de l'alumnat són:

1. Fomentar el gust per la lectura, valorant-la com a font de plaer, d'enriquiment personal i de coneixement d'un mateix i del món, així com consolidar l'hàbit lector.
2. Considerar la lectura com una eina de creixement i enriquiment personal.
3. Planificar i produir textos breus de tipologies diverses utilitzant els coneixements bàsics sobre les convencions dels gèneres, els temes i motius de la tradició literària i els recursos estilístics.
4. Cercar i interpretar informació tot fent ús de les tecnologies digitals.
5. Promoure el treball cooperatiu: aprendre a escoltar, compartir i consensuar criteris en les situacions d'aprenentatge col·laboratives que es proposen.

6. Aprofundir el coneixement de la taula periòdica i els elements que la componen, tot aprenent el significat dels símbols i altres característiques pròpies dels elements químics que hi apareixen.

7. Relacionar els elements químics amb la realitat que ens envolta: els astres, la Terra i els seus sistemes naturals, els éssers vius, les màquines i altres ginys humans.

3. Sabers

Pel que fa als sabers que es treballen durant la lectura i amb les activitats que es proposen, podem destacar:

- Identificació dels criteris d'ordenació dels elements en la taula periòdica i la seva utilitat.
- Aplicació dels coneixements sobre l'estructura atòmica de la matèria per entendre la formació d'ions, l'existència d'isòtops i les seves propietats, el desenvolupament històric del model atòmic i la seva contribució a l'ordenació dels elements a la taula periòdica.
- Relació entre les propietats físiques i químiques de les substàncies elementals i la situació dels corresponents elements a la taula periòdica.

Dels sabers propis de l'educació literària destaquem:

- Implicació en la lectura de manera progressivament autònoma i reflexió sobre els textos llegits i sobre la pròpia pràctica de lectura.
- Expressió de l'experiència lectora i de diferents formes d'apropiació i recreació dels textos llegits, en el context personal i social (converses a l'aula).
- Aplicació d'estratègies de mobilització de l'experiència personal, lectora i cultural que permetin establir vincles de manera argumentada entre l'obra llegida i aspectes de l'actualitat, així com amb altres textos i manifestacions artístiques.
- Aplicació d'estratègies per a la recomanació de les lectures en suports variats o bé oralment entre iguals, emmarcant de manera bàsica les obres en els gèneres i subgèneres literaris.

4. Avaluació

És important ajudar l'alumnat a prendre consciència del que estan aprenent, amb activitats de coavaluació i d'autoavaluació. Al quadern no se'n plantegen de manera explícita, però algunes de les propostes poden provocar aquesta reflexió, especialment les activitats de grup, perquè permeten la regulació entre iguals.

Un moment fonamental per a l'avaluació són les activitats d'abans de la lectura, perquè permeten activar i fer aflorar les idees i el coneixement previs per tal que l'alumne tingui consciència del que sap sobre el tema. Un cop acabades les activitats podem tornar a aquest apartat inicial per comprovar com han canviat algunes d'aquestes idees després de completar les tasques.

És recomanable compartir amb l'alumnat l'objectiu d'aprenentatge de les activitats que seleccionem per treballar i els criteris amb què les avaluarem, per tal que pugui regular l'acció i ser-ne conscient.

L'elaboració d'un portafoli o una carpeta d'aprenentatge que reculli les respostes i els productes escrits que es demanen al quadern de l'estudiant pot ser també una eina d'autoavaluació excel·lent. Aquest registre pot servir per avaluar i tenir evidències dels aprenentatges, així com dur a terme activitats de coavaluació i autoavaluació.

A més d'aquest vessant formatiu, la mirada avaluativa també ha de permetre regular l'actuació docent. Per això, haurem de ser capaços d'observar com els estudiants avancen en la lectura i treballen les activitats proposades i incidir sobre el procés d'aprenentatge. A més de les activitats i moments que hem esmentat, que poden proporcionar dades del punt de partida de cada alumne i el seu procés d'aprenentatge, els moments d'interacció per fer de mediadors de la lectura també són bons per obtenir aquestes dades i observacions.

Al llarg d'aquesta guia proporcionem suggeriments de respostes a les activitats i, en alguns casos, la resposta concreta. També hi trobareu diversos textos i recursos d'ampliació i enllaços a la xarxa.

5. Orientacions didàctiques generals

Convé que el professorat faci de mediador de la lectura: ningú millor que el docent coneix de quin punt parteixen els alumnes i quin és el seu bagatge lector, i, en conseqüència, pot ajudar-los a progressar i gaudir del que llegeixen i aprenen. En aquest sentit, algunes activitats proposades permeten establir converses literàries que el docent-mediador haurà de guiar per ajudar a interpretar els textos que han llegit i construir significats compartits. Aquestes activitats és concreten a la pàgina 23 i 24 del quadern de l'estudiant: són les tasques 42 a 49. Evidentment, el docent mediador pot generar-ne d'altres que cregui interessants.

Amb els materials del quadern suggerim un model de cicle d'aprenentatge que s'inicia al bloc de preguntes "Abans de la lectura", on s'exploren els coneixements previs dels estudiants (sobre el gènere literari, sobre diferents sabers de la química, sobre les persones sense sostre...). Posteriorment, es proporciona informació per contrastar el coneixement previ i finalment es proposen activitats per aplicar aquests sabers (sobretot concentrades al bloc "Després de la lectura"). En aquest sentit, la novel·la proporciona un recurs potent per contextualitzar aquests aprenentatges.

Les tasques que suggerim durant la lectura són activitats poc invasives, breus i lleugeres, que en cap cas han de condicionar ni interrompre la continuïtat de la novel·la ni el plaer de la lectura, que al capdavall és el principal objectiu de la proposta.

És especialment important la gestió de l'aula quan es proposen (sobretot al bloc de "Després de la lectura") seqüències d'aprenentatge que parteixen d'activitats individuals, les respostes de les quals després es comparteixen en petit grup i posteriorment amb

tot el grup classe. Aquesta metodologia de treball cooperatiu facilita i promou el debat, tot sovint sobre situacions complexes que no admeten respostes de “blanc o negre”, sinó que tenen molts “grisos”, amb matisos que cal valorar.

L'annex del quadern de l'alumnat proporciona un itinerari per conèixer sobre el terreny els escenaris per on es mouen els personatges i on es cometen els crims de ficció. Entenem que no tothom podrà dur a terme la sortida als llocs reals, per això proporcionem una alternativa amb recursos per fer l'itinerari d'una forma virtual. Una altra alternativa és idear un itinerari similar en una altra localitat.

Activitats de lectura amb orientacions didàctiques específiques

1. Abans de la lectura

En aquest bloc d'activitats es plantegen diverses qüestions. Algunes amb la intenció d'explorar idees prèvies que tenen els estudiants sobre sabers de Física i Química relacionats amb la taula periòdica, i sobre una qüestió socialment viva: la problemàtica de les persones sense sostre. Altres qüestions serveixen per activar el que saben sobre el gènere literari i, a la vegada, per generar interès en la lectura.

Aquestes qüestions s'agrupen en el quadern en quatre grans blocs:

Amb el llibre a la mà: què ens suggereix?

Les quatre preguntes englobades en aquest bloc condueixen l'atenció de l'alumnat vers la informació que proporcionen la coberta i la contracoberta i pretenen portar a fer prediccions sobre el que ens explicarà el relat. Per a aquesta activitat es proposa aplicar la tècnica cooperativa Think, Pair and Share: pensar les respostes individualment, a continuació comentar-les amb una parella i finalment posar-les en comú amb una altra parella i valorar quines opinions han canviat amb la posada en comú.

Alguns elements de la coberta que poden cridar l'atenció i que es poden comentar són el disseny gràfic (un ull al fons, una taula periòdica davant amb determinats elements destacats...) i la sinopsi de la contracoberta: quina finalitat té?, què explica?, ens permet fer prediccions sobre el tema del llibre?

Amb el llibre a la mà: sobre els autors

Les preguntes **5, 6 i 7** volen generar una reflexió sobre la relació entre l'autor i l'obra, abordant temes com la coautoria, la importància de la formació acadèmica en la temàtica i el plantejament del que tracten i l'obra publicada de cadascun. En aquest cas es proposa que l'activitat es faci individualment, tot i que el docent pot decidir una estructura cooperativa.

Amb el llibre a la mà: sobre el segell i l'editorial

Les preguntes **8 a 12** tenen la finalitat de fer descobrir a l'alumnat la lògica de les editorials a l'hora de publicar col·leccions i segells. Si es decideix treballar aquest bloc, suggerim que es faci amb una conversa breu en gran grup.

Què en sabem?

Aquest és el bloc més extens, i té l'objectiu de detectar, activar i compartir els coneixements previs sobre el gènere literari (preguntes **13 a 16**), sobre les persones

sense sostre (preguntes **17 a 22**) i sobre la taula periòdica (preguntes **23 a 33**). Per això, se suggereix que primer es responguin les preguntes individualment i a continuació es posin en comú. També es proposa que les respostes es vagin recollint en un espai compartit, com un mural físic o un document virtual col·laboratiu, per tal que es puguin consultar en qualsevol moment de la lectura.

a) Sobre el gènere

A la **pregunta 13** es pretén que els alumnes anomenin els mitjans a través dels quals s'assabenten de notícies de crims. La nostra hipòtesi és que hi haurà més respostes que apunten a la televisió i a les xarxes socials que a la ràdio o la premsa escrita. Cal tenir present aquí que un dels personatges de la novel·la és una periodista que treballa en un mitjà de comunicació, un diari.

La **pregunta 14** es focalitza en un altre vehicle freqüent de contacte amb el gènere, que és el cinema i les sèries, i fa plantejar-se si els relats corresponen a fets reals o fets imaginaris.

En la **qüestió 15** s'arriba a la literatura: pregunta si han llegit alguna novel·la negra i demana que en diguin el títol. La **pregunta 16** va una mica més enllà i demana si coneixen la diferència entre novel·la negra i novel·la policíaca. La resposta ha d'anar en la línia de referir-se a un gènere narratiu en què hi ha presència de crims, però així com en la novel·la policíaca el més important és descobrir l'enigma —qui comet els crims— i per tant la investigació policial hi té un pes important, en la novel·la negra té més rellevància la crítica social i els dilemes morals que la ficció narrativa planteja. Per ajudar a la reflexió es proposa un diagrama de Venn, que permet recollir visualment semblances i diferències.

b) Sobre les persones sense sostre

Les **qüestions 17 a 22** són importants per explorar les idees que tenen els estudiants sobre les persones sense sostre: la primera (**17**) pregunta si aquestes persones tenen alguna característica comuna; probablement en les respostes apareixeran models estereotipats i fins i tot alguns prejudicis que caldrà fer veure. Tot seguit (**18**) es pregunta quines entitats atenen aquesta població i com en fan el recompte (**19**). A continuació es fa reflexionar sobre les possibles causes que poden portar una persona a viure al carrer (**20**) i les conseqüències que pot tenir (**21**). Finalment s'esmenta el terme *aporofòbia* (**22**) i es proposa una petita recerca sobre fets qualificats d'aporofòbia. Lògicament, la importància d'aquesta pregunta és que, un cop feta la recerca i ordenats els fets per ordre de gravetat, permet fer una reflexió conjunta sobre la necessitat d'un tracte digne per a les persones sense sostre i sobre l'actitud personal de cadascú.

c) Sobre la taula periòdica

A partir d'aquí, les 11 qüestions prèvies a la lectura es basen en continguts propis de la química: les preguntes **23 a 27** van en aquesta direcció. Per orientar sobre la pregunta **25** es poden suggerir pàgines web sobre la presència de la taula periòdica o dels elements químics en caràtules de discos i cançons, d'una banda, per exemple, [Cover](#)

[Art Related with Chemistry](#) i, de l'altra, en escenes de pel·lícules i sèries, com ara [Movies and Periodic Table](#).

La qüestió **28** vol familiaritzar l'alumnat amb les característiques dels elements químics que s'expressen en el format de moltes taules periòdiques (no en totes hi apareixen les mateixes característiques): nombre atòmic, símbol, nom i massa atòmica relativa. És una pregunta que es desenvolupa en diversos apartats. En el tercer apartat es demana que identifiquin, a la taula que hi ha a les primeres pàgines del llibre, l'element amb el nombre atòmic 20, que és el calci (Ca), i enumerin aliments que en continguin, com la llet o els derivats lactis. En canvi, el símbol de l'element amb el nombre atòmic 92 (que és una mica més difícil de trobar a la taula), que es demana en l'apartat següent, és l'urani (U), que s'utilitza per generar energia atòmica (termonuclear).

Per respondre la **pregunta 29** n'hi ha prou que expliquin l'electronegativitat d'un element químic com la capacitat o la força d'atraure electrons.

Al primer apartat de la **pregunta 30**, han de començar identificant els dos elements que formen el clorur sòdic (NaCl), és a dir, el sodi (Na) i el clor (Cl), que tenen com a nombre atòmic l'11 i el 17, respectivament. En l'apartat següent han d'esmentar el clor (Cl) com l'element més electronegatiu del compost. Els dos últims apartats de la pregunta suggereixen fer una petita recerca relacionada amb la importància de la sal i l'origen de la paraula *salari*.

La **qüestió 31** es relaciona amb el gas oxigen O₂, que està format per una molècula constituïda per dos àtoms de l'element oxigen (O), el nombre atòmic del qual és 8. El segon apartat de la pregunta és més difícil perquè fa referència als gasos nobles (heli, argó, xenó...) situats a l'última columna de la dreta de la taula i que no formen molècules amb cap altre àtom.

Per contestar a la **pregunta 32** podem proporcionar als alumnes la lectura complementària que trobareu a la pàgina següent.⁵

⁵ Text de Josep Duran, extret de: ÁLVAREZ, S.; CREMADES, E.; DURAN, J.; DURAN, X.; MANS, C.; VIETA, P. A. (2019). *100 curiositats sobre la taula periòdica i els elements químics*. Valls: Cossetània Edicions.

ELS COMPONENTS D'UN TELÈFON MÒBIL

Al nostre telèfon mòbil hi pot haver fins a 70 elements diferents dels 83 que no són radioactius. Sorprenent, oi? És clar que dependrà de la marca, l'antiguitat o el tipus de model. No tots aquests elements són a tots els telèfons mòbils ni a tot arreu del dispositiu.



Imatge: [Freepik](#).

Potser la part més senzilla és la bateria. L'òxid de liti i cobalt es fa servir molt en les bateries actuals, tot i que el cobalt de vegades se substitueix per altres metalls de transició. A més, el carboni en forma de grafit, que fa d'elèctrode, i una estructura d'alumini acaben de completar la bateria.

La carcassa del mòbil pot ser de plàstic o de metall. Un dels metalls que es fa servir és l'acer amb magnesi, perquè és un element lleuger. Si és de plàstic, s'afegeixen a la composició química del polímer (format per C, H i altres no-metalls) elements com el brom, per retardar les flames, o partícules de níquel, per reduir les interferències electromagnètiques.

La part electrònica és molt més rica en metalls. Els fils són de coure i les connexions es fan normalment amb estany, tot i que s'enriqueixen amb metalls més conductors, com plata i or. Les soldadures amb plom cada cop es fan servir menys, pel seu efecte contaminant. Als microcondensadors també hi ha tàntal, un element que s'extreu del coltan. Malauradament, l'extracció d'aquest mineral està relacionada amb conflictes armats en països com el Congo.

El micròfon està fet sobretot amb níquel, però els altaveus són un altre món. Per als imants dels altaveus es fan servir aliatges amb diverses terres rares, com praseodimi (Pr), gadolini (Gd) i neodimi (Nd). El mateix neodimi, el disprosi (Dy) i el terbi (Tb) es fan servir en el vibrador.

Però no tot són metalls a la part electrònica. Alguns dels elements que estan a cavall dels no-metalls són cabdals en la fabricació dels microxips. Estem parlant dels semimetalls, entre els quals el rei de tots és el silici. El seu òxid es combina amb altres elements més rics o menys rics en electrons per fer els transistors. Aquí hi intervenen l'antimoni (Sb), l'arsènic (As), el fòsfor (P) i el gal·li (Ga).

La pantalla dels mòbils és una filigrana. Comencem pel menys glamurós: el vidre. Com bona part dels vidres, és un aluminosilicat, una barreja d'òxid d'alumini i de silici, al qual s'afegeix potassi per augmentar-ne la duresa. Ara, també cal que sigui tàctil. Només faltaria, oi? Això s'aconsegueix amb un òxid mixt d'estany i indi, conegut com a ITO, que es diposita sobre el vidre en forma d'una fina pel·lícula i fa que la pantalla sigui conductora.

El millor, per al final: els colors vius de la pantalla. Aquests s'aconsegueixen amb una gran varietat de terres rares, tot i que amb unes proporcions molt petites. Són elements com l'itri (Y), el lantani (La), el terbi (Tb), el praseodimi (Pr), l'europi (Eu), el disprosi (Dy) i el gadolini (Gd). Qui ens havia de dir que aquests elements tan rars són tan a prop nostre!

S. Álvarez, E. Cremades, J. Duran, X. Duran, C. Mans i P. A. Vieta (2019)

El quadern de l'alumne proporciona una taula per recollir i sistematitzar la informació. A partir de la lectura i la compleció de la taula, es pot encetar una conversa sobre on van a parar els telèfons mòbils quan són substituïts, i quines alternatives hi ha per aprofitar-ne els components o per reutilitzar-los i, d'aquesta manera, fer-ne una gestió sostenible.

La **qüestió 33** és oberta i pretén explorar el coneixement dels estudiants sobre quina relació hi pot haver entre alguns elements químics i un crim. Per exemple, forma part del coneixement popular que el mercuri és molt tòxic; en aquest cas, una possible frase seria: "L'element mercuri (Hg) es pot haver utilitzat perquè és molt tòxic". Fins i tot poden citar substàncies formades per més d'un element químic, com el cianur potàssic (KCN), també molt conegut, que conté carboni, nitrogen i potassi. A banda de continuar explorant coneixements previs —encertats i erronis— sobre els verins, la pregunta també pretén generar interès per la lectura i fer prediccions sobre el que s'hi narrarà. En aquest segon objectiu és vàlida qualsevol resposta, per poc fonamentada que sembli: els protagonistes aniran a Polònia? Hi haurà un robatori d'or? S'ofegarà algú en una piscina amb molt de clor?...

2. Durant la lectura

Les activitats d'aquest apartat són individuals i en cap cas pretenen ser un qüestionari exhaustiu que demani detalls del que estan llegint. Al contrari, intenten ser poc invasives, per tal de no coartar el gust per llegir i el seguiment de la trama.

Les corresponents a l'apartat **Afegeix-te a la investigació** es plantegen com una ajuda per descobrir l'assassina:

- En primer lloc, es demana confeccionar una taula amb els elements químics que van sorgint al llarg de la novel·la. A la taula hi ha de constar el nom de l'element, el símbol i el nombre atòmic.

Al quadern de l'alumne se suggereix l'estructura següent:

CAPÍTOL	NOM	NOMBRE ATÒMIC	SÍMBOL	QUIN PAPER JUGA EN LA NARRACIÓ

Però també pot ser útil aquest format o un altre de similar:

Nom de l'element químic	Símbol	Nombre atòmic	Pàgina on apareix per primer cop	Relacionat amb el crim de...

- També es demana que vagin elaborant un mapa conceptual sobre la relació dels elements químics que van apareixent amb els crims, i un rànquing de sospitosos a partir de les hipòtesis que cada lector vagi fent. La proposta s'acompanya d'una imatge d'un tauler similar al que es pot veure en moltes sèries policíiques.
- Encara que no es proposa al quadern de l'alumnat, un exercici de reorganització interessant que es pot suggerir és que agrupin els personatges en base a criteris decidits pel mateix alumne: per ocupació, per edat, pel seu paper a la novel·la... Saber decidir i aplicar criteris de classificació és una habilitat cognitiva que obre la porta a estratègies cognitives d'alt nivell, i per tant és una activitat simple però a la vegada molt recomanable durant la lectura. Es pot portar a terme amb pòstits, amb un punt de llibre, en una llibreta...

Un altre grup d'activitats pensades per monitoritzar la comprensió són les bateries de preguntes que es van plantejant cada cinc capítols, en l'apartat **Recapitula**. Permeten focalitzar diferents aspectes de la lectura, proporcionar pistes per fer inferències i prediccions, i sobretot per comprovar la comprensió de manera autònoma. Les preguntes són individuals, però en algun cas pot ser interessant compartir-les a posteriori per comparar diferents interpretacions dels estudiants que puguin incidir sobre la comprensió del text.

3. Després de la lectura

El gruix de les activitats del quadern de l'estudiant les proposem en aquest apartat. Algunes tasques tenen com a objectiu fomentar la discussió —i per tant l'argumentació— sobre determinats aspectes de la novel·la, i d'altres incideixen directament en l'aprofundiment dels sabers relacionats amb la química.

Què t'ha semblat?

L'apartat, que està pensat per fer-se individualment, comprèn cinc preguntes (35-39) per valorar la novel·la a títol personal. A continuació, es proposa concretar per escrit aquesta valoració amb l'objectiu d'elaborar i difondre una recomanació de lectura (40-41). Pot passar que algun alumne en faci una valoració negativa i per tant no el vulgui recomanar. En aquest cas, se li pot suggerir que recomani un altre llibre.

Podeu trobar altres activitats orientades a compartir la lectura al document [La piràmide de la lectura. Una proposta de construcció del propi hàbit lector](#).

Parlem de la novel·la

Un cop feta la reflexió individual, es proposa compartir les impressions de la novel·la en una conversa en petit grup. Aquesta conversa pot tenir l'estructura d'un club de lectura. Recomanem, en aquest sentit, que doneu un cop d'ull a les [guies](#) de Joan Portell sobre els clubs de lectura escolars.

Per tal de preparar la conversa o el club, l'activitat suggereix que cada alumne respongui les preguntes individualment i per escrit i a continuació es posin en comú les respostes. L'enunciat suggereix que no es tracta d'un qüestionari, sinó que el fil de conversa és obert i s'hi poden incorporar altres temes que vagin sorgint.

Les preguntes guia aborden diferents aspectes que es poden compartir: la visió dels personatges i les relacions que hi ha entre ells (42-44), les prediccions entorn de l'autoria dels crims (45-47), el mètode d'investigació seguit (48) i, finalment, una reflexió metalectora sobre els títols dels capítols (49).

La taula periòdica

A continuació, el quadern de l'alumne presenta sis apartats que constitueixen el gruix principal d'activitats, pensades perquè es resolguin des de la matèria de Física i Química o bé dins d'un projecte interdisciplinari. La major part de les preguntes són obertes i interpretatives.

Els sis apartats són:

- La taula periòdica a la novel·la i a la vida real
- La història de la taula periòdica
- Els elements químics al cos humà

- Els elements químics de la taula periòdica
- Juguem amb la taula periòdica
- Pols d'estels

La taula periòdica a la novel·la i a la vida real

El bloc arrenca amb una reflexió per fer adonar l'alumnat que la taula periòdica és l'element vertebrador de la trama, i les preguntes **50** i **51** ho concreten.

En l'activitat **52** se suggereix que es reproduïxi una pràctica de laboratori descrita al llibre (pàgines 47-51) i, a continuació, escriure'n l'informe.

- Abans de l'experiment podem projectar [aquest vídeo](#), que mostra la part en què el misto es torna a encendre; per desprendre oxigen s'utilitza un mètode diferent del que s'explica a la novel·la.⁶
- En el cas que es vulgui fer l'electròlisi de l'aigua com explica el professor a la novel·la, es pot comentar que l'aigua pura és mala conductora del corrent i l'electròlisi seria molt lenta. Per això s'hi afegeix àcid sulfúric, que disminueix la resistència de l'aigua al pas del corrent i fa de catalitzador.
- Els informes de laboratori són un gènere comú a la matèria de Física i Química i, com a tal, tenen una estructura textual concreta. Probablement l'alumnat de tercer i quart d'ESO ja sap com escriure un informe de laboratori. En cas contrari, cal analitzar-ne algun model on quedin clares les parts que ha de tenir i proporcionar un guió o una plantilla per facilitar-ne la redacció. L'enunciat de l'activitat proporciona un guió dels ítems que ha de contenir. És possible que la major part d'alumnes en tinguin prou.

L'activitat **53** demana fer una petita recerca per confegir un text senzill on destaquï el paper històric i social d'alguns elements químics. L'enunciat en proporciona diversos exemples: el ferro en la revolució industrial; el clor —en forma d'hipoclorit sòdic— en la higiene i la salut, i alguns elements radioactius com l'urani i el plutoni en la Segona Guerra Mundial. És una tasca multidisciplinària, que implica cercar informació i reorganitzar-la de manera combinada.

Una altra petita recerca (activitat **54**) que es pot fer és esbrinar els noms de carrers de la localitat o de la comarca dedicats a elements químics i a científics i científiques. El producte pot ser un nomenclàtor de carrers o bé un mapa on hi estiguin indicats. L'activitat té poca dificultat cognitiva i obre un tema que pot despertar força interès en l'alumnat: el perquè dels noms de carrers per on passen sovint.

L'activitat **55** és de caire creatiu. Proposa cercar a internet taules periòdiques relacionades amb temes aliens als elements químics i inventar-ne una, que pot recollir ítems treballats a tutoria, aspectes locals, temes de la vida del centre...

⁶ Podeu trobar vídeos d'experiments en català en els diversos canals recollits a la plataforma [Neurones Fregides](#).

La història de la taula periòdica

L'apartat comença amb una introducció sobre Mendeléiev i sobre la creació de la taula periòdica per ordenar allò que ja se sabia sobre els elements químics.

A continuació, la pregunta **56** proposa que els alumnes segueixin el procés de raonament que va aplicar Mendeléiev per predir les propietats del germani (Ge) i que investiguin el perquè del nom que se li va atorgar i quines són les seves aplicacions més importants (**57**):

Nombre atòmic	Element	Massa atòmica relativa	Símbol	Punt de fusió °C	Punt d'ebullició °C	Densitat g·cm ⁻³
14	Silici	28	Si	1.400	2.677	2,3
32	Germani	72	Ge	938	2.833	5,3
50	Estany	119	Sn	232	2.687	7,3

Mendeléiev havia predit l'existència de l'ekasilici, l'element amb característiques intermèdies entre el silici i l'estany. Aquest element el va trobar l'alemany Alexander Winkler, que li va posar el nom llatí del seu país, *Germania*: germani.

L'òxid de germani, pel seu alt índex de refracció, que es pot utilitzar en la fabricació d'instruments òptics, també s'utilitza en els catalitzadors dels vehicles de combustió. El tetraclorur de germani, un altre compost amb germani, es fa servir per fabricar cablejat de fibra òptica. En joieria es fan aliatges d'or amb germani (12%). També es fa servir com a semiconductor en la indústria de components electrònics i en instal·lacions solars fotovoltaïques. En la indústria farmacèutica l'isòtop del germani Ge-132 s'utilitza per millorar la resposta immune en alguns tractaments contra el càncer. Alguns compostos amb germani són beneficiosos en lesions cutànies per cremades.

L'activitat **59** es relaciona amb noms d'elements químics derivats de planetes. Es demana acabar d'omplir la taula de sota, en la qual hi ha unes cel·les plenes i cal omplir-ne d'altres (en negreta el text que podria anar-hi).

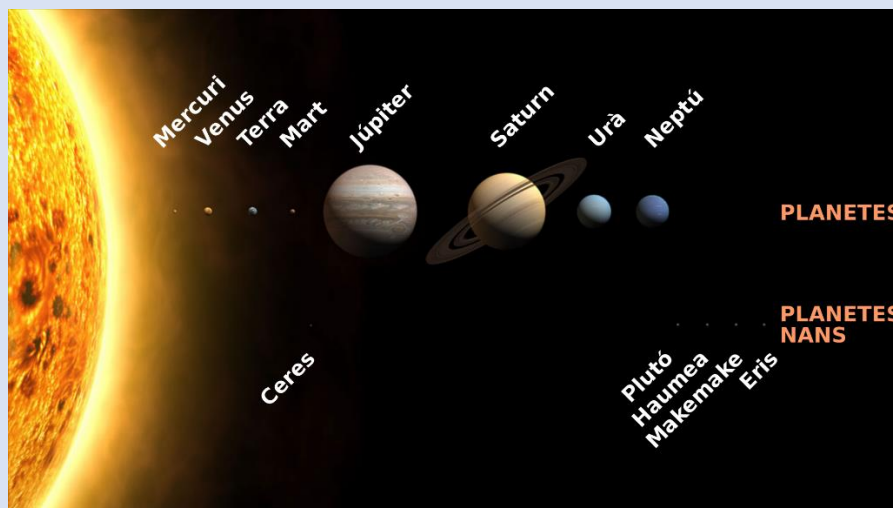
ELEMENT	NOM	PLANETA DEL QUAL DERIVA EL NOM	CARACTERÍSTIQUES SINGULARS DEL PLANETA
Te	tel·luri	Terra (del llatí <i>Tellus</i>)	Planeta rocós, interior amb dues terceres parts de la superfície cobertes d'aigua. L'atmosfera conté oxigen i el planeta té vida.
Hg	mercuri	Mercuri	Planeta rocós més proper al Sol. El nom li ve del déu romà Mercuri. És el planeta més petit del sistema solar, amb una gravetat relativament baixa i molts cràters (impactes de meteorits) a la superfície. L'atmosfera és molt tènue, gairebé inexistent. La temperatura durant el dia pot superar els 400 °C, i a les nits arriba a -180 °C.
U	urani	Urà	Planeta gegant i gasós. El tercer amb més volum i el quart amb més massa del sistema solar. Es troba a 3.000 milions de quilòmetres del Sol. L'atmosfera i el planeta estan constituïts sobretot per hidrogen molecular i heli i, amb menys proporció, de metà.
Np	neptuni	Neptú	Planeta gegant i gasós. És el tercer planeta amb més massa del sistema solar. L'atmosfera conté sobretot hidrogen i heli, així com aigua, amoníac i metà.

El text següent proporciona més informació referida a aquests planetes i també per respondre les dues últimes preguntes que planteja la tasca (60-61):

ELS ELEMENTS QUÍMICS I ELS PLANETES

El tel·luri va ser descobert el 1783 per l'alemany Franz Joseph Müller. El 1796, el seu compatriota Martin Heinrich Klaproth va confirmar-ne el descobriment i li va posar el nom de tel·luri, derivat del nom llatí de la Terra, *Tellus*. És l'element 52, de símbol Te.

El mercuri, l'element número 80 (Hg, d'*hydrargirium*, 'plata líquida'), es coneix des de l'antiguitat. Per això el nom no té res a veure amb el símbol. El nom fa referència a un important déu romà que, entre altres coses, era la divinitat dels viatgers i del comerç. També es diu que el nom se li va posar a partir del planeta Mercuri, el més proper al Sol.



Imatge: [Viquipèdia](#).

Coneguem millor el perquè dels noms de l'urani i el neptuni. Hem de fer una petita incursió a l'astronomia. A part de la Terra, a l'antiguitat es coneixien cinc planetes: Mercuri, Venus, Mart, Júpiter i Saturn. El setè es va fer esperar i el va descobrir l'alemany William Herschel el 1781. Després d'anys de debat, se'l va anomenar Urà, en honor al déu grec que era pare de Saturn (el sisè planeta).

Com que l'òrbita d'Urà presentava algunes anomalies, es va creure que hi havia un vuitè planeta que les provocava. El 1846 es va localitzar allà on ho havien previst els càlculs del francès Urbain Le Verrier, que el va anomenar Neptú, pel déu romà del mar. I encara es creia que hi havia un novè planeta. El va descobrir el 1930 l'americà Clyde Tombaugh i se'l va anomenar Plutó, pel déu grec del submon.

I ara tornem a la química. L'urani va ser aïllat del mineral pechblenda —diòxid d'urani— per Klaproth. Era l'any 1789 i li va posar el nom en honor del planeta descobert pocs anys abans pel seu compatriota. De fet, Klaproth havia obtingut un òxid. L'element sol el va aïllar el francès Eugène Peligot el 1841, però l'alemany se'n segueix considerant el descobridor. És l'element 92, amb símbol U.

Tots els elements amb número atòmic superior s'anomenen transurànics i són artificials. I el primer és el neptuni (93), amb símbol Np. El va obtenir el 1940 el nord-americà Edwin McMillan, bombardejant urani amb neutrons lents. I per això el nom proposat feia referència al planeta descobert després d'Urà. El mateix any, el nord-americà Glenn Seaborg i el seu equip van bombardejar urani amb ions de deuteri —isòtop de l'hidrogen— i van obtenir un nou element. Seguint la línia astronòmica, se'l va anomenar plutoni (element 94, símbol Pu). De fet, tots dos es poden trobar a la natura, perquè es generen amb la desintegració de l'urani.

Hi ha quatre elements amb noms que fan referència a astres del sistema solar, però no a planetes. Un és el seleni (Se, 34). El va descobrir el suec Jöns Jakob Berzelius el 1817. Primer va pensar que no era un nou element, sinó que havia aïllat tel·luri. Quan va constatar el seu descobriment, el va anomenar en honor al nom grec de la Lluna, *Selene*, en contrast amb el tel·luri, amb el qual l'havia confós inicialment per la similitud de les seves propietats. A la taula periòdica, el seleni es troba just damunt del tel·luri, com si volgués conservar la posició astronòmica: veiem la Lluna damunt de la Terra. El segon és l'heli (He, 2), que s'anomena així en referència al Sol.

I els altres dos porten noms d'asteroide. Un és el pal·ladi (Pd, 46), descobert el 1802 pels britànics Wollaston i Tennant. Wollaston li va posar el nom per l'asteroide Pal·las, descobert aquell mateix any. Primer el volia anomenar ceresi, pel nom de l'asteroide Ceres, però s'hi va repensar.

Això va permetre que el 1804, quan Klaproth va descobrir l'element número 58, el pogués anomenar ceri (Ce). Cal dir que Klaproth va descobrir l'element de manera simultània als suecs Berzelius i Hisinger. Ceres ja no es considera asteroide, sinó planeta nan o menor, com Plutó. Estrictament, doncs, d'elements amb nom de planeta —major o menor—, n'hi ha sis.

S. Álvarez, E. Cremades, J. Duran, X. Duran, C. Mans i P. A. Vieta (2019)

Les activitats **62** i **63** esmenten alguns dels elements de la taula periòdica que estan dedicats a persones científiques. Aquestes són les informacions que falten en cada fila:

1. Niels Bohr.
2. Rg. Físic alemany que el 1895 va descobrir els raigs X. Va rebre el Premi Nobel de Física l'any 1901.
3. Copernici.
4. Cm. Pierre, físic francès, i Marie, física i química polonesa nacionalitzada francesa, van ser un matrimoni que va rebre conjuntament el Premi Nobel de Física el 1903, juntament amb Antoine Henri Becquerel. Marie Curie també va rebre en solitari el Premi Nobel de Química el 1911.
5. Ernest Rutherford. Físic i químic nascut a Nova Zelanda, aleshores part de l'Imperi britànic. Pels seus treballs en radioactivitat va rebre el Premi Nobel de Química de 1908.
6. Mt. Meitneri. Física austríaca, codescobridora de la fissió nuclear, tot i que se la va ignorar a l'hora d'atorgar el Premi Nobel de Química l'any 1944, que va ser en solitari per a l'alemany Otto Hahn, amb qui Meitner havia col·laborat estretament, amb aportacions imprescindibles per als seus descobriments. És l'única dona que ha estat honorada amb el nom d'un element químic, perquè el curie està dedicat a Pierre i Marie Curie.
7. No. Nobeli. Químic i enginyer suec, inventor de la dinamita. Va crear els premis que porten el seu nom.
8. Fm. Enrico Fermi. Físic italià, nacionalitzat estatunidenc. Guardonat amb el Premi Nobel de Física de 1938 pels seus treballs sobre les reaccions nuclears i l'aparició d'elements químics radioactius.
9. Mendelevi. Dmitri Mendeléiev. Químic rus, el 1869 va presentar la seva proposta de taula periòdica dels elements químics. L'actual taula periòdica, amb alguns canvis i incorporacions, es basa en el seu sistema.

Els elements químics al cos humà

Aquest apartat comença amb una infografia que proporciona informació sobre les molècules i elements químics presents al cos humà, amb una casella dedicada a la molècula d'aigua i una als oligoelements. A continuació hi ha una sèrie de preguntes que se centren en la relació que hi ha entre els elements de la taula periòdica i el cos humà.

- La pregunta **64** demana rellegir tres pàgines del llibre on apareix l'acrònim CHONPS, pronunciat pel professor València. Aquest terme es construeix amb els símbols d'elements químics molt importants en la composició dels éssers vius: C (carboni), H (hidrogen), O (oxigen), N (nitrogen), P (fòsfor) i S (sofre).
- La resposta a la pregunta **65** és la següent: d'acord amb els elements que s'esmenten, els símbols són K (potassi), S (sofre), Na (sodi), Cl (clor), Mg (magnesi) i Fe (ferro).
- El calci és l'element al qual es refereix la pregunta **66**. És abundant als ossos, ja que forma part del compost fosfat càlcic.
- Les preguntes **67** i **68** tracten sobre el ferro. Concretament, la 67 demana la característica del ferro per tenir afinitat amb l'oxigen: es deu a l'electronegativitat

de l'àtom de Fe, que fa que s'uneixi fàcilment amb l'oxigen per formar òxid de ferro. El ferro forma part de la molècula d'hemoglobina, una proteïna que es troba als glòbuls vermells de la sang.

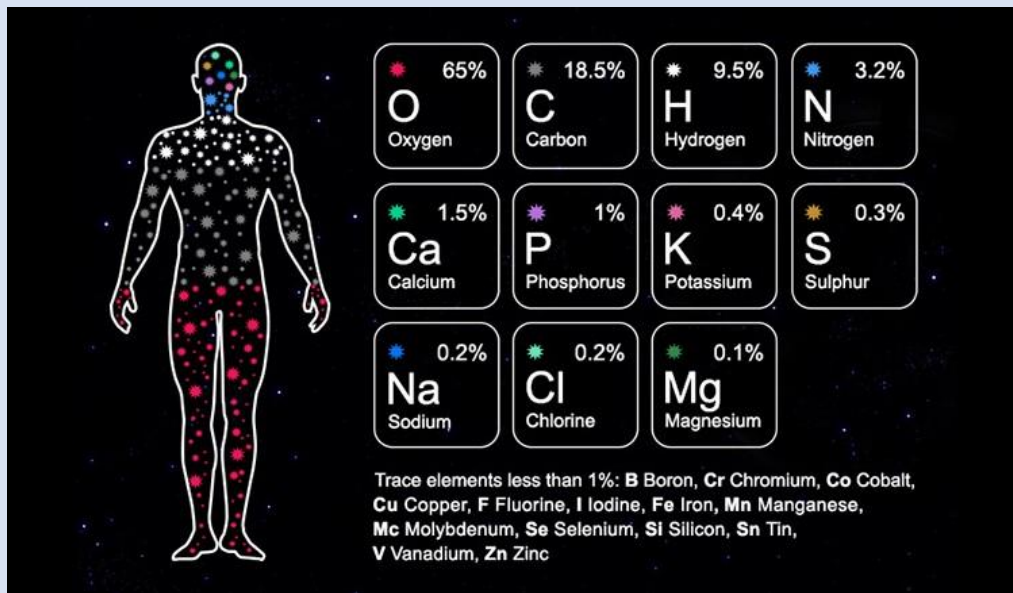
- La pregunta **69** fa referència a la presència de nitrogen a les proteïnes, i això és perquè estan formades per centenars o milers d'aminoàcids. Els aminoàcids es caracteritzen per contenir un grup amino $-NH_2$ amb l'element nitrogen.
- La pregunta **70** ens parla d'altres elements que no formen part habitualment dels éssers vius, com ara els que es fan servir per fabricar les pròtesis, audíofons, marcapassos...

Com a lectura complementària, proposem el capítol del llibre ja citat, *100 curiositats sobre la taula periòdica i els elements químics* (2019),⁷ que transcrivim a la pàgina següent.

⁷ Text de Claudi Mans, extret de: ÁLVAREZ, S.; CREMADES, E.; DURAN, J.; DURAN, X.; MANS, C.; VIETA, P. A. (2019). *100 curiositats sobre la taula periòdica i els elements químics*. Valls: Cossetània Edicions.

LA TAULA PERIÒDICA DEL TEU COS

Com en tots els organismes de la biosfera, els elements del cos humà estan tots en forma de moltíssims milers de molècules diferents més o menys complexes, que constitueixen els nostres teixits i òrgans. La molècula més abundant al nostre cos és la de l'aigua (H₂O), que constitueix més del 65% del pes en l'organisme. L'aigua és present a l'interior de les cèl·lules, i constitueix la major part dels fluids orgànics, com la sang, l'orina i la limfa.



Imatge: [Natural History Museum](#).

Els teixits —excepte el teixit sanguini— i els òrgans del cos estan formats per cèl·lules, cadascuna de les quals està constituïda per orgànuls i membranes que estan formades per greixos, hidrats de carboni i proteïnes, en proporcions variables. Els dos primers grups de molècules tenen exclusivament carboni, hidrogen i oxigen; les proteïnes, a més, tenen també nitrogen i algunes sofre. Totes aquestes molècules són orgàniques, en el sentit que són compostos derivats de l'àtom de carboni. Bona part dels ossos i les dents, en canvi, són substàncies inorgàniques, és a dir, no tenen àtoms de carboni (C). La part mineral dels ossos representa la meitat del pes de l'os, i està format per hidroxiapatita, que és un fosfat de calci, amb una mica de carbonat de calci i una sal de magnesi. Les dents són també d'hidroxiapatita, però amb una capa superficial més dura de fluorohidroxiapatita, amb fluor. Per això, per mantenir-la i regenerar-la moltes pastes de dents contenen compostos d'aquest element.

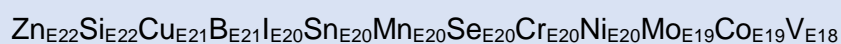
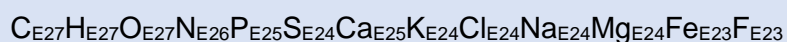
Els fluids del cos humà són, com s'ha dit, aigua en una proporció elevada. La sang conté les hematies, els leucòcits i les plaquetes, que són cèl·lules de composició similar a les de qualsevol teixit, i en constitueixen un 45%. La part líquida o plasma sanguini és el 55% restant, i és aigua amb sals de sodi i potassi, en forma de carbonats i bicarbonats. Té també glucosa —un sucre— i greixos —triglicèrids i colesterol— i proteïnes dispersos. També hi ha vitamines, enzims i hormones, així com alguns gasos dissolts.

Per tant, els elements que constitueixen el nostre cos són, en tants per cent:

- Elements majoritaris o primaris: oxigen (65%), carboni (18%), hidrogen (10%), nitrogen (3%), calci (1,5%), fòsfor (1%).
- Elements secundaris: potassi (0,3%), sofre (0,25%), sodi (0,20%), clor (0,15%), magnesi (0,05%), ferro (0,005%).
- Oligoelements o elements traça, que hi són en quantitats encara més petites: fluor, coure, iode, bor, manganès, zinc, crom, cobalt, seleni, silici, molibdè, níquel, estany i vanadi.

Cadascun dels elements es troba en moltes molècules diferents del cos humà. El fòsfor, a més dels ossos i les dents, es troba a l'ADN i a molts enzims. El sofre forma part de moltes proteïnes. El ions sodi, potassi i clorur estan dissolts a la sang. El ferro és part integrant de l'hemoglobina de la sang. La resta d'elements citats són components dels enzims, i altres reguladors metabòlics.

Hi ha diversos científics que, bàsicament per diversió, s'han entretingut a proposar "la fórmula d'un cos humà". Libb Thims, per exemple, el 2008 va donar la següent fórmula molecular —és a dir, completa— per a un adult de 70 kg:



A la fórmula anterior els subíndexs dels elements consten de la lletra E i un número, que indica la potència de 10 que correspon al nombre total d'àtoms d'aquell element presents al cos. Naturalment, la fórmula indicada no representa cap molècula química, sinó que és simplement un inventari de tots els àtoms presents a un cos humà.

Els elements químics de la taula periòdica

L'activitat **71** proposa una observació de propietats de metalls del grup S al laboratori. Es pot explicar, amb la taula al davant, que els metalls són els elements del grup 1 (alcalins), del grup 2 (alcalinoterris), dels grups 3 a 12 (metalls de transició, lantànids i actínids) i alguns d'altres grups (Al, Ga, In, Sn, Tl, Pb, Bi...). S'anomenen grups cadascuna de les columnes verticals que formen la taula.

La pregunta **72** conté unes preguntes de reflexió entorn d'una lectura sobre els inicis de l'espectroscòpia i es proposa una pràctica de laboratori per generar i observar la llum d'alguns elements químics. Una explicació extensa de la pràctica es troba en [aquest document](#) de l'IES Illa de San Simón, de Pontevedra. Sobre aquest tema també hi ha el vídeo [Espectros a la llama](#), que aporta coneixements de nivell superior però que es pot aprofitar per visualitzar-ne algunes parts.

A continuació, l'activitat **73** ("Pols d'estels") parla de la nucleosíntesi, la síntesi dels elements químics a les supernoves. Sobre aquest procés es poden veure aquestes webs:

- Grup Mineralògic Català, [Origen dels elements químics](#)
- Institut d'Astrofísica de Canàries, [Las estrellas y los elementos químicos](#)
- Web del Science Learning Hub (Pokapū Akoranga Pūtaiao) de Nova Zelanda, [How elements are formed](#)

Per bé que és un nivell molt elevat per a l'alumnat d'ESO, recomanem també, si voleu ampliar informació, l'article de J. A. Johnson (Universitat Estatal d'Ohio): "[Populating the periodic table: Nucleosynthesis of the elements](#)", *Science*, 363, pàg. 474-478 (2019).

Pel que fa a les respostes, en el segon punt s'ha de tenir en compte que la supernova no genera prou energia per formar elements més pesants que el ferro. I en el tercer, cal considerar que el nombre de protons de l'hidrogen i els seus isòtops sempre serà 1, però l'hidrogen no té cap neutró, el deuteri en té un i el triti en té dos. Per això varia la massa atòmica. L'heli, per la seva banda, té dos protons i, en la forma més usual, dos neutrons. També hi ha un isòtop (heli 3) amb dos protons i un sol neutró, però és pràcticament inexistent a la Terra.

Juguem amb la taula periòdica

El bloc de propostes es tanca amb un joc que relaciona els elements de la taula periòdica amb els dies de l'any i suggereix que els alumnes inventin noms per a hipotètics nous elements. La forma de fer-ho s'explica en el quadern de l'alumnat.

Annex – Itinerari pels escenaris de la novel·la

La guia proporciona un itinerari pels escenaris de la novel·la, activitat que comporta una sortida escolar. De tota manera, existeix l'alternativa de fer l'itinerari de manera virtual, fent servir eines informàtiques senzilles, o preparar un recorregut alternatiu en una altra localitat.

Al llarg de la ruta es van plantejant un seguit de parades associades amb preguntes que l'alumnat ha de resoldre fent petites recerques. El quadern de l'alumnat proposa que es plantegi la visita com un itinerari guiat i que aquestes preguntes es resolguin per grups abans de la sortida. D'aquesta manera, cada grup podrà fer de guia d'una parada concreta.

- L'itinerari arrenca de la parada 1. Es tracta de la Biblioteca de Catalunya. El grup que faci de guia d'aquesta primera parada haurà de preparar una explicació sobre el gòtic civil català i també sobre la xarxa de biblioteques públiques.
- En la parada 2, a la plaça Folch i Torres, s'esmenten dos personatges de la cultura catalana: Folch i Torres i Milà i Fontanals. També es parla de les presons de Barcelona i apareix una activitat que també es proposa en altres parades posteriors: consultar [l'Atles de Biodiversitat de Barcelona](#) per identificar les espècies d'arbres que hi ha en cada lloc.
- La tercera parada és als jardins de Sant Pau del Camp. Com és lògic, preparar la visita guiada d'aquesta parada implica parlar del romànic català.
- La parada 4 és la que té una proposta més extensa, perquè es demana parlar de l'electrificació de Catalunya, la Vaga de la Canadenca del 1919 i també identificar els arbres del parc.
- La parada 5, als jardins del Baluard i el portal de Santa Madrona, permet parlar de les muralles medievals i identificar les espècies vegetals presents al jardí.
- En la parada 6 (Hortes de Sant Bertran) es parla d'algunes activitats econòmiques del passat (horts, pedreres) i actuals (mercat d'objectes antics).
- En l'última parada, a partir del nom de l'alberg de pescadors Stella Maris, es proposa una activitat de descoberta del significat dels noms científics de les espècies.

La lectura de la pàgina següent⁸ pot complementar el comentari sobre fàbriques i energia de la parada 4 de l'itinerari:

⁸ Text d'elaboració pròpia a partir de diverses fonts.

APROFUNDINT EN LA HISTÒRIA DE L'ENERGIA I LA INDÚSTRIA

Un dels artífexs que l'electricitat transformés l'economia i els espais públics i privats a Catalunya i a tot l'Estat va ser l'enginyer gironí Narcís Xifra i Masmitjà (1848-1934). El 1874, es va establir a Barcelona i va començar a treballar a la Casa Dalmau, establiment de referència a Barcelona en òptica i aparells científics.

Francesc i Tomàs Dalmau, pare i fill, i Xifra van fer les primeres proves d'enllumenat elèctric a l'Escola d'Enginyers. I el 1881, la Casa Dalmau es va transformar en la Sociedad Española de Electricidad (SEE). Fabricava material elèctric, però, a més, generava excedent d'energia que distribuïa i venia, i així es va convertir en la primera central elèctrica de l'Estat espanyol.

La SEE va construir una petita central precisament on avui hi ha les Hortes de Sant Bertran. Va anar creixent i es va expandir per l'actual parc de les Tres Xemeneies. No es van construir totes de cop: la primera xemeneia es va aixecar el 1896, quan l'empresa ja es coneixia com a Companyia Barcelonina d'Electricitat. La segona es va construir el 1908 i la tercera el 1912. Un any abans, el 1911, havia passat a mans de Pearson.

L'ús de l'electricitat a les fàbriques va constituir el que s'anomena segona revolució industrial. A la primera revolució industrial s'utilitzava el vapor. I abans que s'inventés la màquina de vapor, la força de l'aigua dels rius era l'element bàsic per moure molins i fàbriques.



Imatge: [Flickr](#).

El Museu Nacional de la Ciència i la Tècnica de Catalunya (MNACTEC), amb seu a Terrassa (Vallès Occidental), està situat en una antiga fàbrica de gran interès arquitectònic: el Vapor Aymerich, Amat i Jover. El museu mostra l'evolució dels avenços científics i tècnics a Catalunya, fent especial atenció a la seva aplicació industrial i la seva incidència social.

Però, a més, el [Sistema Territorial del MNACTEC](#) és una xarxa de 27 centres museístics i patrimonials que expliquen la industrialització a Catalunya. Permet fer un recorregut per diferents formes d'obtenció i ús de l'energia. En destaquem algunes seus:

El **Museu Molí Paperer de Capellades** (Anoia), on encara s'elabora paper fet a mà. Aquí la força motriu s'extreia de l'aigua.

El mateix passava a la **Serradora d'Àreu** (Pallars Sobirà), que va funcionar al llarg dels segles XIX i XX i mostra una part de la història de la indústria de la fusta.

Mentre encara s'utilitzava l'aigua, va arribar l'època del carbó. El **Museu de les Mines de Cercs**, al Berguedà, permet visitar l'interior d'una mina de carbó, però també veure com era la vida quotidiana al peu de la mina i les relacions entre aquest combustible fòssil i l'entorn geològic, paisatgístic, econòmic i humà de l'Alt Berguedà.

El **Museu Hidroelèctric de Capdella**, a la Vall Fosca (Pallars Jussà), permet conèixer la primera gran central hidroelèctrica de Catalunya i com l'electricitat produïda als Pirineus va abastir la indústria catalana.

La **Tèrmica Roca Umbert, a Granollers** (Vallès Oriental), es va construir l'any 1950 per proporcionar, amb carbó i fuel, vapor, aigua calenta i electricitat a la fàbrica tèxtil del mateix nom. Es poden veure les calderes, els generadors i els transformadors.

Recursos

a) Bibliografia

- ÁLVAREZ, Santiago; CREMADES, Eduard; DURAN, Josep; DURAN, Xavier; MANS, Claudi; VIETA, Pep Anton (2019). *100 curiositats sobre la taula periòdica i els elements químics*. Valls: Cossetània Edicions.

Recull de cent preguntes ordenades en tres blocs temàtics. El primer inclou aspectes relacionats amb la taula periòdica com a tal, la seva història i la seva utilitat. El segon bloc inclou preguntes sobre diverses característiques dels elements. Finalment, hi ha una miscel·lània de qüestions sobre temes lingüístics, històrics i curiositats diverses.

- EMSLEY, John (2001). *Nature's Building Blocks. An A-Z Guide to the Elements*. Oxford.

Tot i que es va editar fa anys i, per tant, hi falta informació sobre els darrers elements descoberts, aquest llibre de més de 500 pàgines deu ser la guia més completa sobre la història, propietats, usos i curiositats històriques sobre els elements químics.

- LEVI, Primo (2016). *El sistema periòdic*. Barcelona: Edicions 62.

L'obra literària més famosa basada en els elements químics. Cada capítol porta el nom d'un element que té una relació directa o metafòrica amb el seu contingut. L'autor, químic, va estar presoner a Auschwitz i en aquesta obra fa referències al nazisme, tot i que el seu testimoni més colpidor es troba a *Si això és un home*.

- ÁLVAREZ, Santiago; MANS, Claudi (eds.) (2019). *150 anys de taules periòdiques a la Universitat de Barcelona*. Universitat de Barcelona.

Aquest llibre de 263 pàgines conté els textos en català, castellà i anglès. A part dels capítols dedicats l'evolució de la iconografia de la taula periòdica o la seva arribada i difusió a Catalunya, conté un recull ampli i vistós de taules de diversos tipus, moltes lligades a la Universitat de Barcelona, però també algunes que es troben a altres llocs de Catalunya.

- GRAY, Theodore (2011). *Els elements. Una exploració visual de tots els àtoms de l'univers*. Publicacions de la Universitat de València-Universitat Autònoma de Barcelona.

Més de dos mil objectes conformen la col·lecció de l'autor de mostres d'elements químics, productes que els contenen o altres tipus d'imatges o objectes que hi estan relacionats. És l'obra més gràfica per comprendre no només algunes característiques de cada element sinó també on els podem trobar al nostre voltant.

- DURAN, Xavier (2013). *100 molècules amb què la química ha canviat (poc o molt) la història*. Valls: Cossetània Edicions.

De l'hidrogen a l'isocianat de metil, aquest llibre mostra l'impacte que han tingut en la societat diverses substàncies químiques.

- GONZÁLEZ MENDIA, Oskar (2020). *Por qué los girasoles se marchitan. Los elementos químicos en el arte*. Palencia: Cálamo.

Aquest doctor en Química, professor de la Universitat del País Basc a les facultats de Ciència i Tecnologia i de Belles Arts, descriu aquí diversos elements que han donat a lloc a pigments clau en la història de l'art i que permeten explicar, entre altres coses, per què, com diu el títol, els gira-sols de Van Gogh canvien de color amb el temps. A més, inclou diversos episodis i anècdotes tant de la història de la química com de l'art.

b) Webgrafia

- En aquesta web s'explica la història de la taula periòdica i se'n mostren diversos models en diferents llengües:
<http://www.xtec.cat/~bnavarr1/Tabla/index.htm>
- La taula periòdica en molts idiomes:
<https://elements.vanderkrogt.net/ptable.php>
- Sobre l'origen de la taula periòdica: article de Michael D. Gordin (2019). "Ordering the elements", *Science*, febrer, Vol. 363, pàg. 471-473:
<https://www.science.org/doi/full/10.1126/science.aav7350>
- La química que hi ha al darrere d'animals, plantes, aliments, productes d'ús quotidià, etc.: <https://www.compoundchem.com/>

- Explicacions sobre els sis elements més tòxics:
<https://www.thoughtco.com/worst-elements-on-the-periodic-table-3989077>
- El químic i professor Eduard Cremades té dues pàgines web on recull la presència de la taula periòdica o dels elements químics en caràtules de discos i cançons, d'una banda, i en escenes de pel·lícules i sèries, de l'altra.
 - Música: https://rateyourmusic.com/list/gavin_harrison/cover-art-related-with-chemistry/
 - Pel·lícules: https://rateyourmusic.com/list/gavin_harrison/movies-and-periodic-table/
- El catedràtic emèrit de Química de la Universitat de Barcelona, Claudi Mans, té molts articles i llibres divulgatius sobre química. Aquí posem els enllaços a un article sobre l'ordenació dels elements i les seves propietats, a un altre que mostra una "taula periòdica de taules periòdiques" i un tercer a un breu i enginyós test sobre els elements químics:
 - <https://www.encyclopedia.cat/divulcat/La-taula-periodica-tan-periodica-no-es>
 - <https://cmans.wordpress.com/2010/05/07/taula-periodica-de-taules-periodiques/>
 - <https://www.encyclopedia.cat/divulcat/Un-test-sobre-la-taula>
- Retorn a Karlsruhe: Estructura de l'àtom, Indagació i Taula Periòdica. Una activitat original perquè els alumnes revisquin el procés d'ordenació dels elements que des de les tríades de Döbereiner i les octaves de Newlands van dur a la taula periòdica de Mendeléeiev. Es tracta d'anar classificant targetes que contenen el nom i certes dades de diversos personatges històrics de diferents camps: <https://jordidomenechportfolio.wordpress.com/2018/02/21/retorn-a-karlsruhe-estructura-de-latom-indagacio-i-taula-periodica/>
- Recursos educatius per treballar la taula periòdica, aplegats amb motiu de l'Any Internacional: <https://www.taulaperiodica.cat/recurs/>
- Recull de diversos materials educatius (activitats, vídeos demostratius, experiències, guies didàctiques...) relacionats amb la taula periòdica. Tots els materials van acompanyats d'unes indicacions breus en què s'expliciten quines idees clau es treballen, a qui van dirigits i a quina etapa educativa corresponen: <https://www.weareteachers.com/periodic-table-activities/>

- Jocs amb la Taula Periòdica per a estudiants de química de totes les edats. Un tetris, un sudoku i fins i tot un Monopoly químic. Aquí hi ha 52 jocs per divertir-se i aprendre: <https://52gamespt.wordpress.com/category/catala/>
- Acolorir taules periòdiques, fer-ne una de gegant, jugar a batalla de vaixells o al bingo basant-se en els elements químics... Aquí es presenten 21 activitats relacionades amb aquest tema: <https://www.weareteachers.com/periodic-table-activities/>
- Univers i vida. Aquesta web conté diverses unitats on es relacionen els elements presents a l'univers, als planetes del Sistema Solar i als éssers vius, i s'explica com es coneix la composició dels estels o com es va arribar a la classificació periòdica dels elements químics:
<http://cesire.cat.mialias.net/recursos/context/quimica/UV%20v1.1/index.html>