



Universitat
de les Illes Balears

Ciència a Secundària: Com abordar l'assignatura de Física i Química al primer cicle.

Miquel Sintès Marcos

Memòria del Treball de Fi de Màster

Màster Universitari en Formació del Professorat

Especialitat de Física i Química
de la

UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS

Curs Acadèmic **2018-2019**

19 de Juliol de 2019

Tutor del Treball : Fernando Miquel Roigé

Resum

En aquest treball s'analitza l'estat de l'ensenyament de la ciència a Espanya, en base als resultats estatals obtinguts de proves PISA i ALTIS. Aquests resultats, juntament amb l'experiència pròpia, motiven el replantejament que es fa sobre com ha de ser una persona competent en ciència i com s'ha d'abordar al primer cicle aquesta formació. Les característiques del coneixement científic i el model dimensional de la competència científica són els pilars amb es què es basa la proposta feta en aquest treball. Per tal de construir un coneixement funcional, es recorre a un procés d'ensenyament que introdueix els continguts com a conceptes explicatius de fenòmens naturals. La part competencial es treballa a través d'una varietat d'activitats que incideixen sobre diferents dominis de la competència. Aquest procés s'avalua de forma continua fent us de pràctiques formatives i formadores.

Paraules clau: Competència Científica, pensament científic, Física i Química, Aprenentatge Significatiu.

Índex

1. Objectius del treball	pg. 3
2. Introducció	pg. 4
3. Estat de la qüestió	pg. 6
4. Desenvolupament de la proposta: Física i Química al primer cicle	pg.19
5. Conclusions	pg. 45
6. Bibliografia	pg. 46

1. Objectius del treball

L'objectiu del treball és estudiar el model òptim de formació en ciència al primer cicle d'ESO, enfocat al desenvolupament competencial. Es pretén donar resposta a les preguntes següents:

1. Quins són els continguts que s'haurien de tractar?
2. Quina és la metodologia que s'hauria d'utilitzar?
3. Com s'hauria d'avaluar?

2. Introducció

L'estat actual del planeta i la manera que els seus habitants tenim de viure-hi és producte de molts anys d'avanços científics i tecnològics. Les persones cada cop més han d'afrontar la presa de decisions que tenen un rerefons científic en el seu dia a dia, i és per això que una bona formació en aquest àmbit és crucial. No sols dins l'ambient quotidiana, sinó al món laboral, cada cop més es demana que els treballadors siguin capaços d'aprendre, raonar, pensar creativament, prendre decisions i solucionar problemes. Un desenvolupament en l'àrea de la ciència, seguint els models i processos del mètode científic contribueix a desenvolupar aquestes habilitats^[1].

El sistema educatiu espanyol, motivat per les orientacions de l'Unió Europea, reconeix els nous reptes que hauràn d'afrontar els estudiants en el futur i desde l'any 2002, amb la llei educativa LOCE, s'ha anat introduïnt en el panorama educatiu espanyol el concepte de competència clau. Les competències clau s'entenen com un conjunt d'habilitats o destreses associades a uns coneixements que capaciten a l'individu per desenvolupar-se en diversos contextos acadèmics, socials i professionals. Una d'elles, la Competència matemàtica y competències bàsiques en ciència i tecnologia (CMCT) descriu la vessant científico-tecnològica d'aquesta formació integral que representen les competències.

A la LOMCE descriuen les CMCT com les competències que contribueixen al desenvolupament del pensament científic, ja que inclouen l'aplicació de mètodes propis de la racionalitat científica i de les destreses tecnològiques que condueixen a la adquisició de coneixements, el contrast d'idees i l'aplicació dels descobriments a favor del benestar social. S'espera llavors, que apart dels continguts intrínsecament científics, els estudiants siguin capaços d'identificar preguntes, resoldre problemes, extreure conclusions o prendre decisions basades en proves i arguments rigorosos^[2].

En les proves PISA de l'any 2015^[3], Espanya va presentar un promig de resultats coïncidents amb la mitjana dels països participants en les proves de ciència, amb una notòria dispersió entre les seves comunitats autònomes. Concretament, la comunitat autònoma de les Illes Balears va obtenir un a puntuació lleugerament inferior a la mitjana del país. Com han demostrat els estudis de la OCDE, són molts els factors demogràfics, culturals i socioeconòmics que intervenen en l'eficàcia d'un cert sistema educatiu. S'observen grans diferències entre puntuacions de països econòmicament desenvolupats alhora que, estats amb sistemes educatius molt diferents han obtingut un rendiment similar. És per això que és difícil arribar a un diagnòstic que mostri quins canvis s'han d'aplicar a l'ensenyament actual per tal de millorar la formació dels estudiants.

No hi ha una fórmula única per ensenyar cap matèria i són moltes les aproximacions que es poden seguir per formar els alumnes. Hi ha infinites possibilitats atenent diferents organitzacions del contingut, la metodologia, l'avaluació dels estudiants, les pràctiques dins l'aula, etc. No obstant, hi ha models d'ensenyament que presenten una major coherència amb els objectius didàctics i competencials que actualment es contemplen.

En aquest treball es pretén fer una proposta per a l'ensenyament de ciència a l'ESO, amb especial atenció a la matèria de Física i Química al primer cicle de l'ensenyança secundària.

3. Estat de la qüestió

3.1. L'ensenyament de Ciència a l'Estat Espanyol

Per tenir una idea de l'estat de l'ensenyament de Ciència a Espanya, s'han extret algunes dades de les proves externes PISA 2015 i TALIS 2018. Les sigles del programa "PISA" responen al seu nom amb anglès: Programme for International Student Assessment, és a dir, Programa per a l'Avaluació Internacional dels Alumnes. Es tracta d'un projecte de la OCDE (Organització per la Cooperació i el Desenvolupament Economics), l'objectiu del qual és avaluar la formació dels alumnes quan arriben al final de l'etapa de l'ensenyança obligatoria, cap als 15 anys. PISA es proposa oferir un perfil de les capacitats dels estudiants de 15 anys de tots els països participants a través d'uns examnens que testen la lectura, la competència global, matemàtiques, ciències i competència financiera. A més, recull altres informacions, com el context personal, familiar i escolar dels estudiants, fent correlacions entre aquestes, per poder observar tendències i treure conclusions sobre els factors que determinen diferents rendiments. Les proves TALIS, també promogudes per la OCDE i tenen com a objectiu obtenir informació perquè els països participants puguin desenvolupar la seva política educativa sobre el professorat i el procés d'ensenyament i aprenentatge dels centres. La prova consisteix en un qüestionari que contesten docents i directors de primària i secundària i que toca varies questions; la formació que han rebut, les seves pràctiques docents, l'avaluació de la seva feina, etc.

La competència tal i com està definida al Bolletí Oficial de l'Estat^[2] integra el **saber**, el **saber fer**, i el **saber estar**. Això significa que la competència suposa una combinació de coneixements i habilitats pràctiques, però també unes actituds, uns valors i una motivació.

A les proves PISA, el rendiment es classifica en sis nivells, cada un associat a un interval de puntuació obtinguda a les proves i a la competència de l'alumne alhora de resoldre tasques complexes.

La puntuació d'Espanya a l'àrea de ciències de la prova celebrada el 2015 va ser de 493, la mateixa que el promig de la OCDE i significativament igual a la del total obtinguda per la UE. Aquesta puntuació mitjana és significativament igual a la obtinguda en les passades edicions del 2006, 2009 i 2012. La distribució de puntuacions a l'estat espanyol, il·lustrada a la Figura 1, indica que quasi un 1 de cada 5 estudiants presenta un nivell de competència de 1. També que 3 de cada 4 estudiants està per sota del nivell 4 de competència.

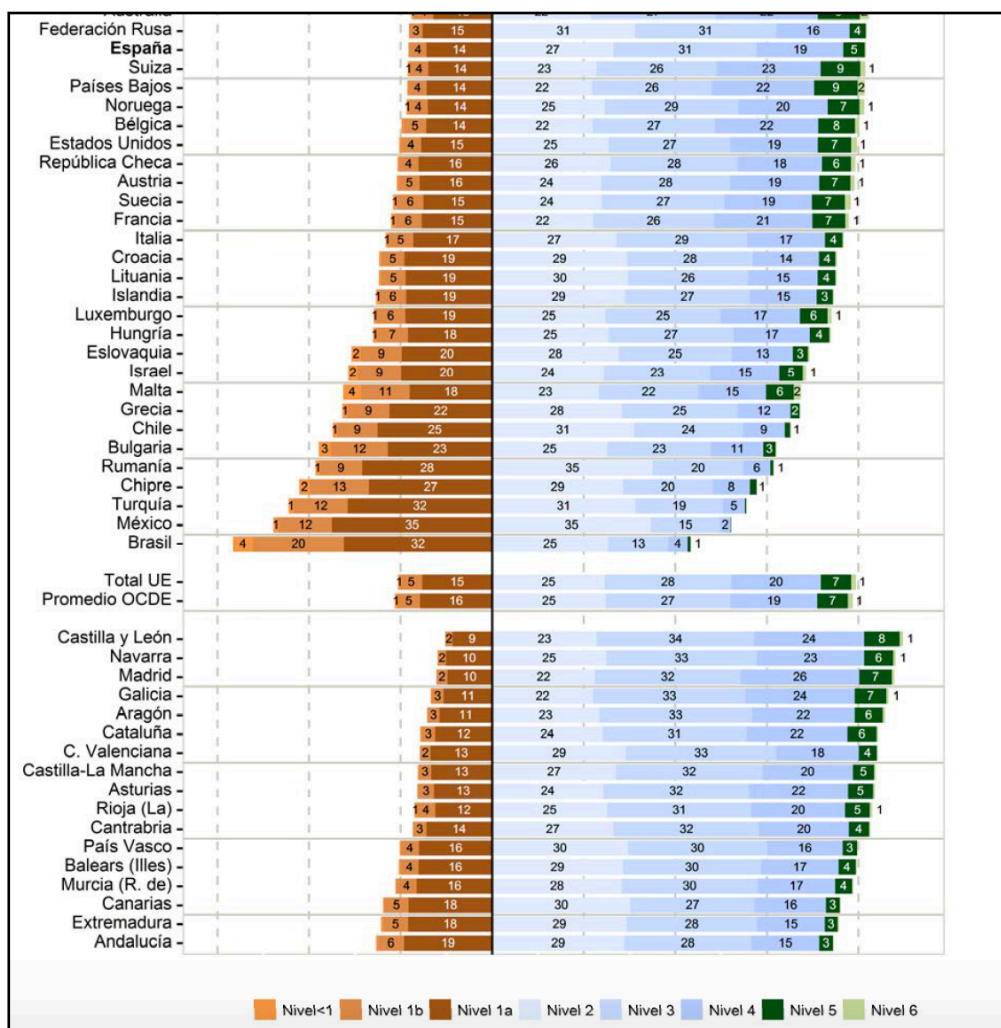


Figura 1. Distribució percentil dels nivells de competència dels alumnes per països i comunitats autònomes espanyoles^[3].

En el nivell 1, l'alumne és capaç d'utilitzar coneixement bàsic i reconeixer explicacions de fenòmens simples. Necessita ajuda per proposar investigacions senzilles i només és capaç de reconeixer relacions i interpretar dades gràfiques de baixa exigència. En els nivells 2 i 3, l'alumne es capaç de donar explicacions sobre fenòmens coneguts i és capaç de treure algunes conclusions a partir de dades. Pot descriure en part relacions causals simples. Distingueix entre el que és científic i el que no, i identifica algunes proves que suporten un enunciat científic.

A l'hora d'avaluar la competència científica, cal també valorar les actituds i la motivació envers la ciència. Es per això que les proves PISA dediquen preguntes relacionades amb el futur professional que esperen tenir els estudiants i com es senten quan estudien temes relacionats amb la ciència. Els valors numèrics de l'informe són una conversió de l'espectre de respostes "totalment en desacord" fins a "totalment d'acord". S'expressen així en una escala que va aproximadament des del -0,6 al +0,6, respectivament.

Un dels ítems avaluat és el de la motivació intrínseca. Aquesta, s'entén com l'interés i el gust per aprendre i treballar temes científics que tenguin els estudiants, o també com de feliços són treballant temes científics. Els alumnes espanyols van obtenir un índex de motivació intrínseca de +0,03, enfront la mitjana de la OCDE de +0,02. Hi ha diferències notables entre les diferents comunitats autònomes, tot i que a les Illes Balears l'índex és bastant similar a la mitjana del país.

L'Autoeficàcia és el terme que s'utilitza per definir la convicció que té una persona de que amb els seus actes pot aconseguir els objectius desitjats. En les proves PISA, se'ls va demanar als alumnes com de capaços es creien de resoldre diverses tasques científiques, com explicar fets científicament, interpretar l'informació proporcionada en l'etiquetatge de productes, discutir un tema determinat basant-se amb diverses evidències, etc. L'índex mitjà obtingut per el conjunt de països participants va ser de +0,04, mentre que l'estat espanyol va obtenir un valor mitjà de -0,14. L'índex va ser negatiu a totes les

comunitats autònomes del país, amb diverses diferències entre elles i estant Illes Balears (-0,2) per sota de la mitjana estatal.

Per contrapartida, els alumnes espanyols són dels que més consideren que aprendre ciència els hi serà útil en el seu futur professional, obtenint un índex de +0,26, enfront de la el +0,14 de la mitjana de la OCDE. Totes les comunitats autònomes del país mostren un valor positiu per a aquest ítem, estant les Illes Balears aprop de la mitjana amb una puntuació de +0,2.

Les aspiracions professionals dels alumnes es tenen en compte en la prova, i es demana als participants que manifestin en quina rama professional esperen estar treballant als 30 anys. Segons l'informe de PISA 2015, un 29% dels alumnes espanyols va manifestar que la seva futura professió estaria relacionada amb la ciència. El desglossament d'aquest 29% revela un 11,1% de feines relacionades amb la Ciència i la Tecnologia, un 13,3% de feines en el camp de la Salut i un 3,6% de professions en el camp de tecnologies i TIC.

És interessant comparar aquestes expectatives amb les dades de l'informe del Ministeri d'Educació publicat el 2018 sobre el Panorama Educatiu del país^[4]. En aquest es mostren els percentatges de graduats univèrstaris segons la seva rama acadèmica, com es pot veure a la Figura 2.

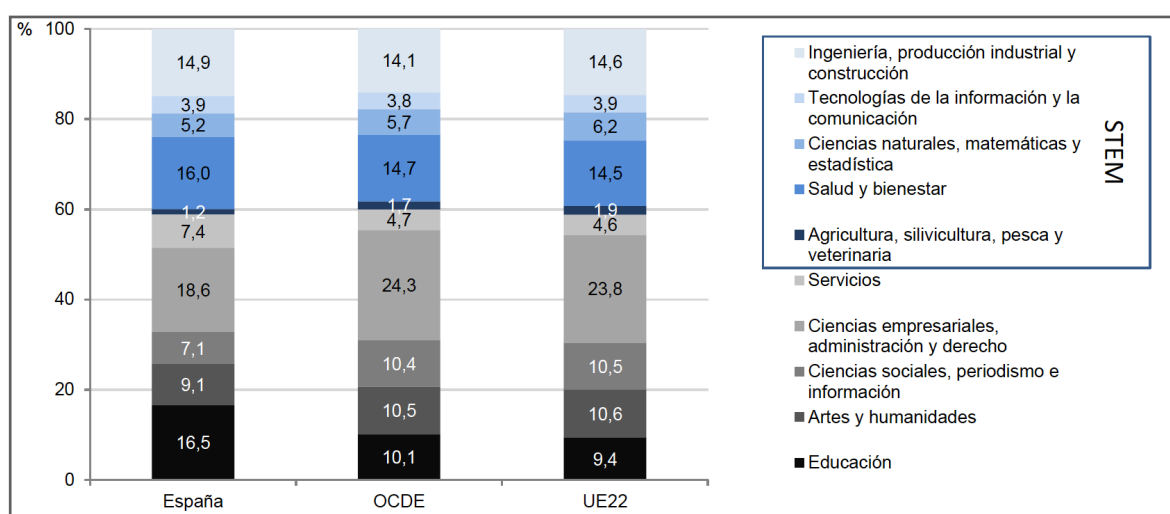


Figura 2. Percentatge de graduats en educació terciària en funció de la rama acadèmica dels estudis.

Com s'observa al gràfic, un 40% dels graduats en educació terciària ho fa de la rama d'estudis STEM (Ciència, Tecnologia, Enginyeria i Matemàtiques).

Les conclusions que s'extreuen de les dades presentades prèviament són les següents:

- El gros dels alumnes de 15 anys no demostra tenir el nivell de competència desitjat que s'espera al final de l'educació secundària obligatòria per poder resoldre problemes complexos, emetre judicis crítics o prendre decisions en relació a temes científics. Els alumnes generalment no es creuen capaços de resoldre tasques complexes relacionades amb qüestions científiques i no tenen una motivació marcada per aprendre i treballar temes científics.
- Un terç dels alumnes que finalitzen l'educació secundària té expectatives d'acabar treballant en una ocupació relacionada amb la ciència, i actualment un 40% dels graduats en educació terciària ho fa amb uns estudis de la branca STEM.

L'estudi TALIS ^{[5][8]} estudia diversos factors que tenen un impacte a la qualitat de l'ensenyança, com són els individuals (formació del professorat, motivació dels docents, pràctiques dins l'aula, etc.) els institucionals (lideratge educatiu, suport de la comunitat educativa, etc.) i els de política educativa (polítiques escolars, legislació de la formació inicial i professional dels docents...).

Atenent als objectius d'aquest treball, que pretenen extreure unes directius eficaces per l'aplicació dins l'aula, es prestarà atenció a l'apartat de les pràctiques educatives. Victor Lavy, en el seu article *What Makes an Effective Teacher?*^[6] demostra quines són les accions educatives que portades a terme dins l'aula promouen un aprenentatge en els alumnes. En aquesta publicació, Lavy utilitza la classificació de Bloom^[7]. Aquesta, separa les accions en cinc tipus; les que contribueixen a incrementar el coneixement i la comprensió de continguts, les que contribueixen a les habilitats analítiques i crítiques, les que

contribueixen a l'autoaprenentatge, les de transparència i objectivitat cap a l'avaluació i les de l'atenció a la diversitat. Algunes de les accions en el seu estudi demostren un potencial considerable si es comparen amb altres accions que no depenen del docent, com són la reducció de ratios dins les aules, l'augment d'hores lectives i la instrucció dels docents.

És per això que mereix un detingut anàlisi veure quines són les pràctiques utilitzades pels docents del nostre país. Cal dir que l'estudi TALIS^[8] no separa les respostes dels professors per especialitats, de manera que les dades corresponen al conjunt de professors de secundària. També que només han participat en l'estudi les comunitats autònomes de Catalunya, Madrid, Comunitat Valenciana, La Rioja, Astúries, Castella i Lleó i Cantàbria.

A la Taula 1, es resumeix el tant per cent de docents de secundària que utilitzen les pràctiques en el seu dia a dia docent. Les accions presentades en l'estudi TALIS difereixen amb les de Lavys en la manera de classificar-se, però coincideixen en gran mesura amb els objectius de la seva aplicació.

Grup	Pràctica docent	%
Precisió i claretat de l'ensenyança	Presentar resums dels continguts apresos	75
	Establir fites a l'inici de l'ensenyança	80
	Explicar que s'espera que els alumnes aprenguin	94
	Explicar la relació entre temes antics i nous	89
	Fer referència a accions de la vida quotidiana	81
Enriquiment de l'ensenyança	Deixar que els alumnes practiquin tasques similars fins que entenguin la matèria	77
	Asignar projectes de com a mínim una setmana de duració	33
	Deixar que els alumnes utilitzin recursos TIC per fer exercicis de classe	51

Taula 1 (Inici). Percentatge dels docents de secundària espanyols que exerceix les determinades pràctiques docents.

Grup	Pràctica docent	%
Activació Cognitiva	Manar tasques que no tenen resposta obvia	44
	Plantejar tasques que demandin pensament crític dels alumnes	65
	Fer que els alumnes treballin en petits grups per solucionar un problema	46
	Deixar que els alumnes decideixin per ells mateixos com resoldre un problema complex	41
Avaluació del professorat	Avaluar els alumnes amb un examen creat per el professor que imparteix la matèria	84
	Deixar que els alumnes avaluin el seu propi progrés	23
	Fer observacions per escrit del seu treball a més de posar una nota	82
	Observar als alumnes quan treballen en una tasca i fer-los comentaris en aquell moment	83

Taula 1 (Continuació). Percentatge dels docents de secundària espanyols que exerceix les determinades pràctiques docents.

Com s'observa a la Taula 1, hi ha certes pràctiques àmpliament exteses entre els docents, especialment les incloses a dins el subgrup "Precisió i claretat en l'ensenyança". Per altra banda, les accions referents a l'ús de les TIC i la resolució de tasques no trivials de manera crítica, promovent la presa de decisions i la col·laboració entre els alumnes, són menys utilitzades. Examinant el concepte de "Competència"^[2], es dedueix que aquestes són les que contribueixen al desenvolupament de l'aspecte "saber fer" de les competències clau establertes a la llei educativa espanyola. Mereix una especial menció la pràctica menys aplicada "Deixar que els alumnes avaluin el seu propi progrés". Aquesta és una acció coherent amb el model d'ensenyament que exerceix l'avaluació formativa^[9], amb el que l'alumne regula el seu aprenentatge i que contribueix al desenvolupament de la Competència Clau d'Aprenre a Aprenre.

Sorprén també que, a diferència de la publicació de Lavys, en l'estudi de TALIS no es faixi menció a cap pràctica relacionada amb l'atenció a la diversitat de l'alumnat, el reconeixement de diferents ritmes i/o estils d'aprenentatge i l'atenció personalitzada als estudiants.

Aquestes dades concorden amb les dades presents a l'estudi TALIS sobre la formació del professorat de secundària. Hi ha una majoria de professors que ha rebut formació sobre els "continguts de la matèria que imparteix" (91%) però només un 59% ha rebut formació sobre la "pedagogia per impartir les matèries que imparteix". Són més minoritàries la formació per a "l'ensenyana de destreses transversals (51%), "supervisar el desenvolupament i aprenentatge de l'alumnat" (50%), "us de les TIC" (38%) i "ensenyar en un entorn amb capacitats dispars" (35%).

Les conclusions que s'extreuen de les dades presentades previament sobre les pràctiques docents i la formació del professorat són les següents:

- Les pràctiques dedicades a la transmissió de contingut amb claretat són àmpliament utilitzades, mentre que les que involucren l'utilització noves tecnologies i el desenvolupament de projectes o tasques complexes són minoritàries.
- El professorat està majoritàriament entrenat per conèixer i transmetre els continguts de la seva matèria, però li manca formació que li permeti adaptar-se a la diversitat de l'aula, implementar noves tecnologies i, segons revel·len les estadístiques de les pràctiques docents, l'aplicació de pedagogies per a la resolució de tasques complexes.

3.2. Anàlisi del Currículum de l'assignatura de Física i Química d'ESO a les Illes Balears

3.2.1 Finalitat, Objectius i Competències de l'assignatura

Segons el Bolletí Oficial de les Illes Balears^[10], la finalitat de l'assignatura és desenvolupar la cultura científica dels alumnes per a que:

1. Entenguin els fenòmens que tenen lloc a la natura des del punt de vista científic.
2. Estiguin motivats a fer-se preguntes i a tenir curiositat per plantejar nous reptes.
3. Desenvolupin estratègies que, complementades amb les Matemàtiques, els permetin afrontar i resoldre problemes tant acadèmics, com personals i professionals.

Els 10 objectius específic de l'assignatura concreten i desenvolupen més els coneixements, destreses i actituds que s'esperen que l'alumnat assoleixi al cursar la matèria de Física i Química. Aquets es llisten a la Taula 2. Com es pot veure, els objectius didàctics reafirmen la finalitat de l'assignatura i es poden classificar segons a quin nivell de la competència clau contribueixin a desenvolupar (**saber**, **saber fer** i **saber estar**).

El **saber** implica un coneixement conceptual en que s'integren conceptes, principis, teories, dades i fets. Objectius: 1 i 2.

El **saber fer** implica un coneixement relatiu a les destreses físiques i mentals. Objectius: 3, 4, 5, 6 i 8

El **saber estar** implica un conjunt d'actituds i valors. Objectius: 7, 9 i 10.

nº Objectiu	Descripció
1	Concebre el coneixement científic com un saber integrat en distintes disciplines i que forma part del concepte universal de <i>cultura</i> .
2	Conèixer i comprendre els fenòmens que tenen lloc a la natura, establint relacions entre ells.
3	Aplicar els coneixements i estratègies apresos a l'anàlisi i la resolució de problemes i situacions reals: observació, recerca d'informació, formulació d'hipòtesis, experimentació i/o anàlisi de dades, càlcul i anàlisi de resultats i elaboració de conclusions.
4	Dissenyar i dur a terme experiments per explicar fenòmens senzills, utilitzant el material adient i respectant les normes de seguretat i el tractament de residus.
5	Comprendre i reproduir amb claredat textos senzills de divulgació científica.
6	Adquirir les destreses bàsiques per emprar les tecnologies de la informació i la comunicació com a instrument de feina en la resolució de situacions i problemes.
7	Desenvolupar el sentit crític, la iniciativa personal i la capacitat d'aprendre a aprendre propis del pensament científic.
8	Utilitzar de forma autònoma les fonts d'informació com a eina de recerca per adquirir nous coneixements.
9	Desenvolupar hàbits de feina individual i en equip de forma rigorosa i sistemàtica.
10	Reconèixer i valorar la importància de la física i química en la millora dels hàbits de salut, els hàbits de consum, la cura d'essers vius i el medi ambient necessària per fer sostenible el nostre planeta i contribuir al desenvolupament i a la millora de la societat en què vivim.

Taula 2. Objectius específics de l'assignatura de Física i Química d'ESO

La majoria d'aquests estan relacionats amb la Competència Bàsica en Ciència i Tecnologia, tot i que també s'espera que l'assignatura contribueixi al desenvolupament d'altres competències, com són la Competència Matemàtica (per la naturalesa pròpia dels procediments científic i el tractament de dades), la Competència Lingüística (a través de la comprensió i expressió oral i escrita de material científic), la Competència d'Aprendre a Aprendre (que comparteix diversos procediments i actituds amb la recerca científica, com són la

planificació i la revisió de la feina) i la Competència Digital (en el procés de recerca, tractament i presentació de la informació).

3.2.3. Els continguts del Primer Cicle i els criteris d'avaluació.

Els continguts del primer cicle es divideixen en cinc blocs, que es resumeixen en la Taula 3.

Bloc de continguts	Descripció
1	L'activitat científica. Les etapes del mètode científic. Mesura de magnituds. Us de les TIC. El treball al laboratori. Projecte d'investigació.
2	La matèria. Propietats de la matèria. Model cineticomolecular. Lleis dels gasos. Substàncies pures i mescles. Estructura atòmica i Sistema Periòdic dels elements. Unions entre àtoms. Formulació i nomenclatura de compostos binaris.
3	Els canvis. Canvis físics i canvis químics. La reacció química. Càlculs estequiomètrics senzills. La química en la societat i el medi ambient
4	El moviment i les forces. Les forces i els seus efectes. Conceptes de velocitat i acceleració. Màquines simples. Forces de la naturalesa
5	Energia. Energia i tipus. Transformacions d'energia. Fonts d'energia. Electricitat i circuits elèctrics. Dispositius electrònics d'ús freqüent i aspectes industrials de l'energia.

Taula 3. Blocs de continguts del primer cicle de Física i Química d'ESO.

Cada contingut ve assignat amb un o més criteris d'avaluació, i a aquests un o més estàndards d'avaluació que han de servir com a indicadors objectius per a avaluar l'assoliment dels continguts. A més, el currículum inclou algunes directrius metodològiques generals que suggereixen quin tipus de metodologies i estratègies s'han d'utilitzar per treballar cada bloc.

En referència a els objectius, continguts, criteris d'avaluació i el desenvolupament de les competències clau a l'assignatura, extrec les següents reflexions:

- L'objectiu 1 de l'assignatura manifesta que s'ha de concebre la ciència com un saber integrat entre diferents disciplines. Tot i que el currículum conté alguns continguts relacionats amb matèries com les Matemàtiques, Tecnologia, la Biologia i la Geologia, no descriu com avaluar la capacitat de l'alumne de relacionar diferents sabers per resoldre una tasca, tant si es tracta de coneixements de diferents matèries com de diferents blocs de la mateixa assignatura.

- Els estàndards d'avaluació són molt concrets o molt genèrics segons els continguts i criteris que tenen associats. Per exemple, entre els criteris que s'han d'utilitzar per avaluar els continguts del Bloc 4 s'hi troba l'estàndard 3.2 *"Justifica si un moviment és accelerat o no a partir de les representacions gràfiques de l'espai i de la velocitat en funció del temps"*. Per altra banda, quan el criteri pretén avaluar una acció més complexa, com la de desenvolupar treballs d'investigació (Bloc 1) el criteri relacionat, 6.1 té la forma següent *"Elabora petits treballs d'investigació sobre algun tema objecte d'estudi aplicant el mètode científic, i emprant les TIC per cercar i seleccionar informació i presentar conclusions."* Mentre que el primer estàndard esmentat té una aplicació trivial per veure si l'alumne és capaç de realitzar un exercici molt concret, el segon contempla l'aplicació total del mètode científic, que, com s'explica en l'apartat 4.1, inclou un conjunt d'accions complexes.

- El l'apartat "L'estructura del currículum" s'anuncia que en el primer cicle els conceptes i magnituds s'introdueixen amb un enfocament fenomenològic i qualitatiu. Aquesta premisa es contradiu en diversos estàndards d'avaluació (Bloc 2; 4.3. Bloc 3; 4.1. Bloc 4; 1.4., 2.1.,2.2.,3.1. i 4.1.) en els que l'alumne s'ha de desenvolupar realitzant càlculs numèrics i expresant quantitativament diverses magnituds.

3.5 Visió personal de la formació actual en ciència

El meu contacte amb l'ensenyament de ciència ha motivat el tema en qüestió que es desenvolupa en aquest treball i les preguntes a les que pretén donar resposta. Soc conscient de que la mostra de casos als que m'he pogut apropar no té perquè esser representativa de la realitat de les aules. Dit això, comptant l'experiència com a alumne d'Educació Secundària, l'experiència de quatre anys com a professor de repàs i les vivències durant les pràctiques del Màster en Formació del Professorat, expresso la meva opinió sobre la formació en ciència a secundària:

- Els objectius referents a destreses i continguts establerts per el Ministeri d'Educació i la Conselleria d'Educació de les Illes Balears per a l'assignatura de Física i Química no són realistes atenent a els recursos dels centres educatius, la càrrega lectiva de la matèria i la diversitat en l'alumnat.
- Tot i que la legislació educativa reconeix la formació en competències transversals, les matèries encara s'organitzen i s'imparteixen en una seqüència de temes ordenats i sovint sense transferència entre ells. No hi ha una formació consistent per entrenar a l'alumnat a movilitzar diferents destreses i coneixements per resoldre tasques complexes.
- A causa del ritme de treball, el tipus d'avaluació i la metodologia utilitzada, els continguts transmesos a l'alumnat no s'assoleixen com a coneixement sinó com una informació mecànica que es retén durant un període de temps però que després s'oblida. Això causa, per exemple, que alumnes de cursos superiors no sepin aplicar procediments bàsics o tinguin mal entesos conceptes elementals.

Aquestes creences, afegides a les evidències publicades ja mencionades en aquest treball, motiven la presentació d'una proposta educativa per la matèria de Física i Química en que l'aprenentatge significatiu i el desenvolupament del pensament crític són els objectius.

4. Desenvolupament de la proposta: Física i Química al primer cicle

4.1. El coneixement científic

Per entendre com hem de transmetre els continguts, procediments i maneres de pensar de la ciència, convé primer reflexionar sobre les seves característiques i saber què és el que fa que un coneixement sigui, en efecte, científic.

El diccionari de la Reial Academia Espanyola defineix la ciència com el conjunt de coneixements obtinguts mitjançant la observació i el raonament, sistemàticament estructurats i dels que es dedueixen principis i lleis generals, els quals són comprobables experimentalment i tenen capacitat predictiva^[11].

Així, entenem la ciència com la interrelació que hi ha entre els seus dos components; per una banda, existeix el **coneixement científic**, que entenem com el conjunt de lleis, teories, models i principis que expliquen fenòmens naturals i serveixen de base per fer prediccions. Per l'altra, el **mètode científic**, el procés que produeix aquest coneixement i s'autoalimenta d'aquesta producció per fer-se noves preguntes i seguir ampliant el llindar del que es coneix.

El coneixement científic té uns trets distintius que el caracteritzen i que es llisten a continuació^[12].

- Provable. La fiabilitat del coneixement que reuneix la ciència s'ha provat utilitzant mètodes específics per reunir les dades que confirmen la veracitat de les hipòtesis plantejades.

- Revisable. Una llei, model o teoria està subjecte a revisió i canvi en resposta a noves evidències que suggereixen una incongruència o una limitació en la seva aplicació
- Conjectural. Sovint, en desenvolupar models, lleis o teories, es fa ús d'elements no observables o teòrics els quals s'han deduït a partir de dades empíriques.
- Explicatori. L'objectiu de la ciència no és altre que produir "eines" que permetin explicar la causalitat del fenomen. No es considera que l'acte de reunir detalls descriptius sobre fets o processos o reconèixer patrons en aquests, sigui explicatiu, ja que no ofereix arguments de com ni perquè tenen lloc.
- Generador. El coneixement científic en sí mateix catalitza el plantejament de noves hipòtesis, prediccions o idees a testar.

En segon lloc; el mètode científic. S'entén com el procés sota el qual es construeix coneixement fiable provant la irrefutabilitat de les idees plantejades mitjançant proves extremes empíricament. Sovint es representen les etapes del mètode segons un diagrama de flux com el que es mostra a la Figura 3.

Cal clarificar que aquest diagrama és un model genèric del procés, no pretén ésser un reflex real de l'ordre en que s'executa la recerca científica ni afirmar que totes les persones involucrades en l'investigació porten a terme la totalitat de les accions aquí descrites. La pràctica científica, llavors, consisteix en construir teories, lleis, models, etc. que ajudin a entendre fenòmens observables i testar la seva fiabilitat per posteriorment incloure's en el bloc de coneixement científic. Les noves aportacions seran constantment revisades i alimentaran la producció de més coneixement.

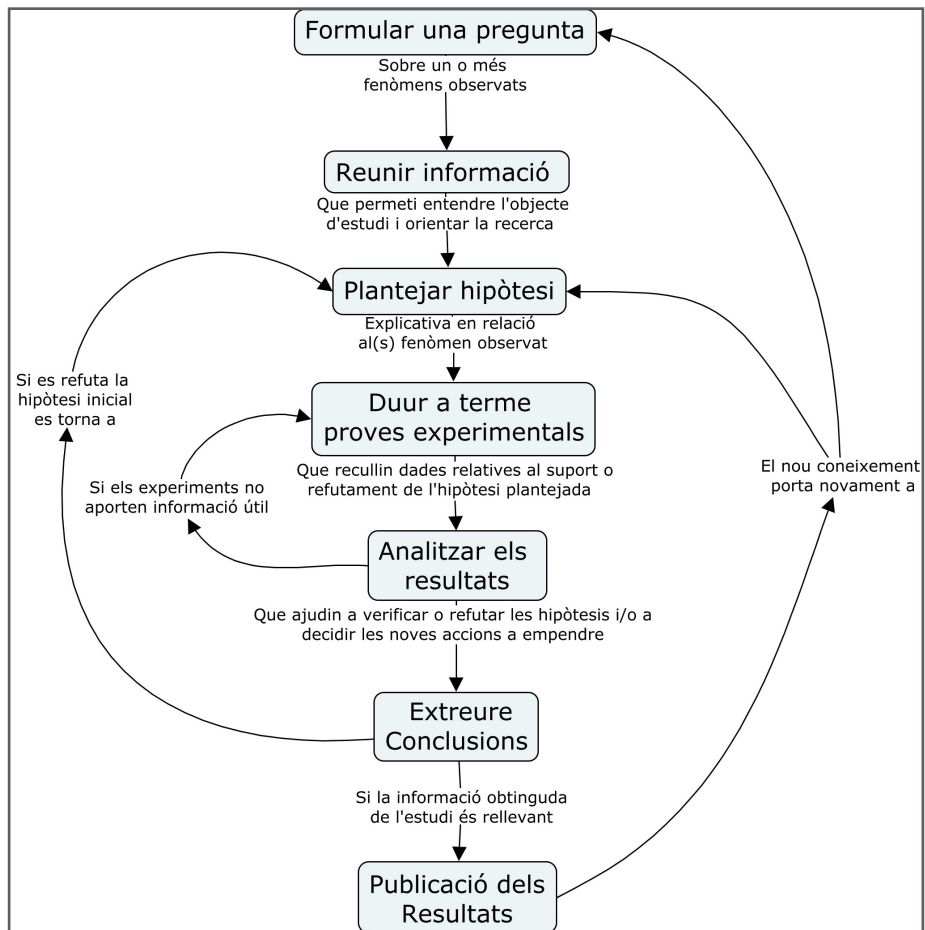


Figura 3. Etapes del mètode científic.

En el context d'aquest treball, com es justifica la instrucció en la practica científica si la majoria dels estudiants que es trobin al primer cicle d'ESO no acabarán essent investigadors? Per entendre en què pot contribuir una formació en ciència, s'ha de desvincular de l'activitat purament acadèmica i investigadora. Si es contempla el *modus operandi* de la ciència com una manera de pensar, podem descriure el pensament científic com una forma de concebre el coneixement (que ha de ser testat objectivament, pero que no és invariable) i una forma d'actuar (basada amb evidències i que manté una actitud crítica i objectiva). Qualsevol persona pot fer ús del **pensament científic** en una gran varietat de situacions, vulgui o no generar nou coneixement.

Alhora de prendre una decisió, solucionar un problema o realitzar una tasca, el pensament científic influeix a que la persona:

- Concreti els objectius que pretén aconseguir amb els seus actes.
- Reuneixi l'informació necessària per aconseguir els objectius de manera eficaç.
- Plantegi creativament una possible manera d'afrontar la situació.
- Avalui l'efectivitat de les seves accions de manera objectiva.
- Aprengui de l'experiència viscuda i li serveixi en el futur.

Per tot el que s'ha exposat, és necessari que al transmetre el bloc de coneixements específics de l'àrea, es faixi respectant les característiques del coneixement científic, d'aquesta manera l'alumne no sols aprendrà a tenir una visió d'aquest més realista, sinó que a més es contribuirà a desenvolupar la seva capacitat per resoldre tasques complexes.

4.2. La competència científica

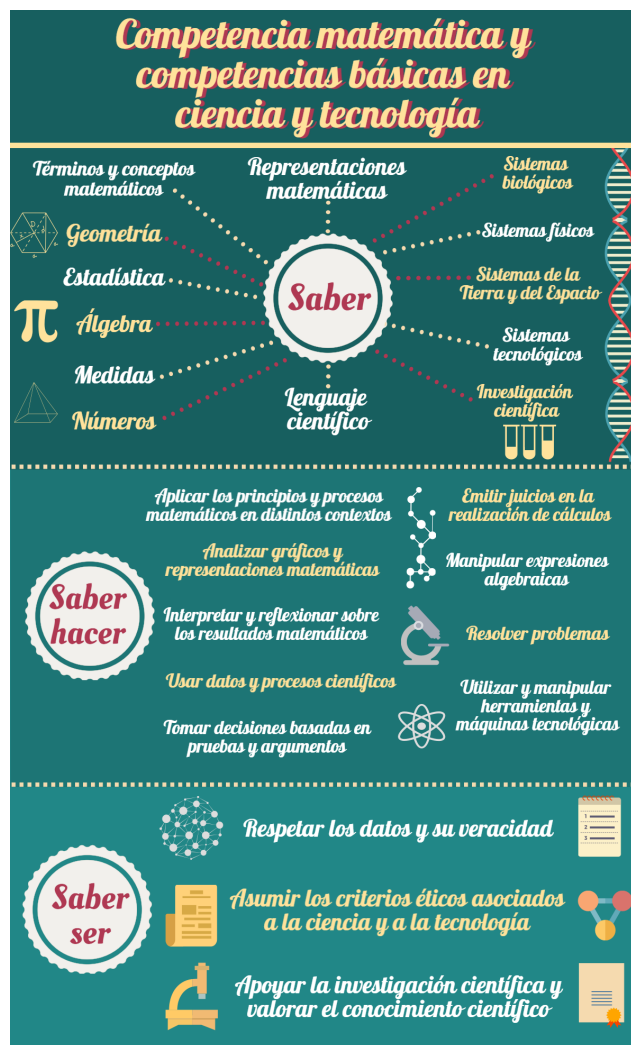
Definir com és la competència científica que s'espera que desenvolupin els alumnes és necessari per poder dissenyar una seqüència d'objectius i accions didàctiques realistes i coherents.

L'actual llei educativa espanyola^[2] descriu la competència científica com un conjunt de sabers, habilitats i actituds que capaciten als ciutadans per apropar-se al món físic i mantenir-hi una interacció responsable. Permet que les persones desenvolupin judicis crítics sobre fets científics i tecnològics, i actuïn a favor de la conservació del medi natural i el progrés de la qualitat de vida.

La formació en la competència científica té una intenció clara. El conjunt de sabers, destreses i actituds inherents a aquesta competència també ho estan. No obstant, cal saber com construir aquest coneixement per tal de que sigui funcional i aplicable en els contextos acadèmic, professional i personal.

En la Figura 4 es mostra l'esquema de la competència matemàtica i científicotecnològica present al lloc web del Ministeri d'Educació.

Dins l'apartat "saber fer" s'inclouen les diverses destreses i habilitats pràctiques que han de servir perquè la persona actui de manera eficaç en determinats contextos. Fent aquesta agrupació es passa per alt que les habilitats anomenades presenten complexitats diferents i la seva aplicació requereix una capacitat cognitiva més o menys elevada. Per posar un exemple, si ens fixem amb l'habilitat "Analitzar gràfics sobre resultats matemàtics" es parla d'una acció força concreta i no necessàriament vinculada a cap altra. En contraposició, "Resoldre problemes" és una activitat genèrica i més complexa que implica una sèrie d'accions relacionades i portades a terme amb un cert ordre. És per això que, en l'àmbit educatiu, cal fer una separació més exhaustiva d'aquests sabers per tal de poder-los ensenyar amb un ordre coherent d'acord amb el nivell cognitiu dels alumnes i el seu coneixement.



LOMCE 

Figura 4. Esquema de la competencia matemática i competencias bàsiques en ciència i tecnologia^[13].

Per fer-se una idea de com es pot desenvolupar progressivament aquesta competència, és útil revisar el model que en va fer la comunitat educativa alemana l'any 2004^[14]. A la Figura 5 es mostra un esquema sobre el model dimensional de la competència científica basat amb el citat a la bibliografia. L'eix de conceptes reflexa cada un dels diferents conceptes del saber, cada un format per models, idees, lleis, teories, etc. En el cas d'aquesta coordenada, s'hi han situat conceptes de les disciplines de Física i Química (acord amb el context d'aquest treball), però no estarien fora de lloc conceptes de l'àrea de Biologia, Matemàtiques i també Tecnologia. Cal remarcar que la seva disposició és arbitrària i que no s'han ordenat per ordre de dificultat.

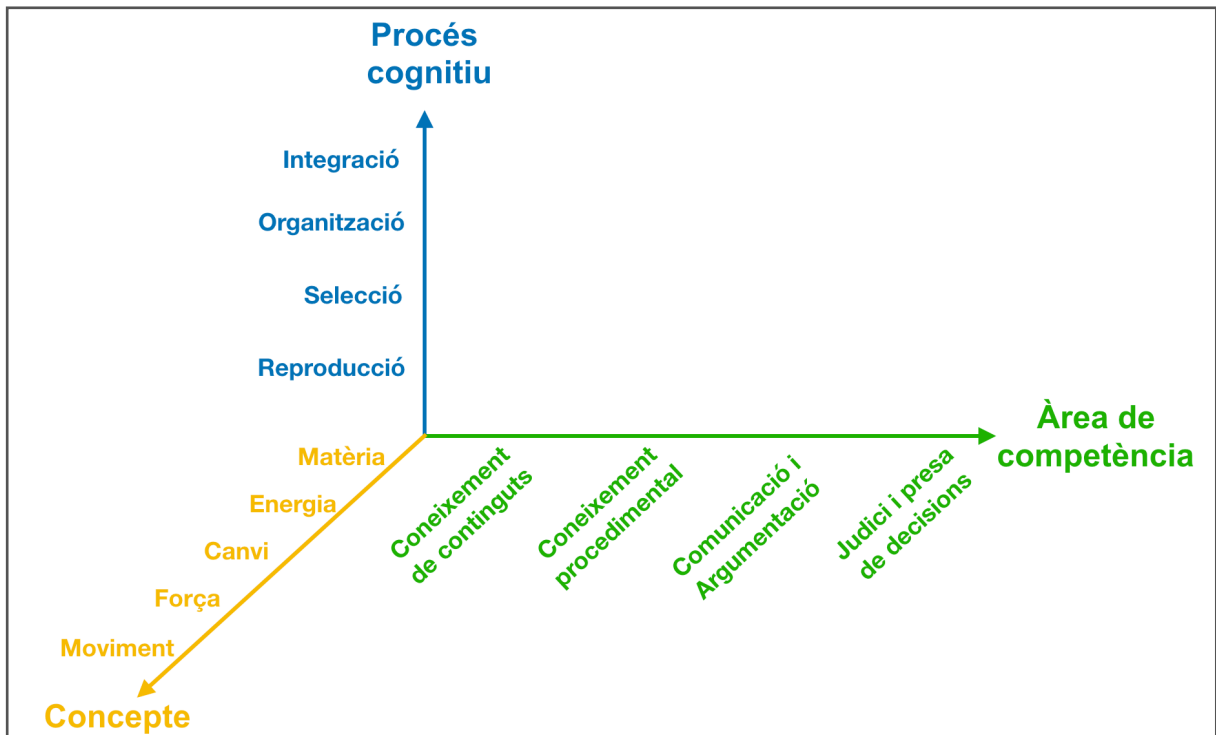


Figura 5. Model dimensional de la competència científica.

En l'eix del procés cognitiu, com el nom indica, es descriuen els diferents nivell de complexitat cognitiva implícita en una acció.

- La *reproducció* consisteix en reconèixer fets, relacions o conceptes d'una representació donada (com un text o un diagrama) o enunciarlos de memòria.
- La *selecció* vol dir que l'individu ha de decidir quins fets, relacions o conceptes d'un conjunt d'informació són rellevants per solucionar una tasca concreta. Per exemple: saber triar quines dades d'un enunciat que realment són rellevants per resoldre un problema.
- La *organització* es refereix a la estructuració de fets, relacions o conceptes per tal de fer-los funcionals. Per exemple: utilització de fórmules de cinemàtica i dinàmica amb un ordre lògic que permeti descriure el moviment d'un cos.
- La *integració* és el procés en el que s'estableixen connexions entre les peces d'informació donada i el coneixement ja existent de l'individu. Per exemple: generar una hipòtesi sobre l'explicació d'un fenomen (no estudiat previament) a través d'un model conegut.

S'enten que qualsevol tasca s'enmarca dins (mínim) una àrea de competència i es pot dimensionar en cada un dels tres eixos. Per entendre-ho, es posen uns exemples.

- Si se li demana a un/a estudiant que calculi la velocitat amb la que un cos (de massa 50 kg) cau per una pendent (inclinada 30°) on no hi ha fregament, aquí entra en joc un procés cognitiu de *reproducció* de l'àrea *coneixement de continguts* del concepte de *moviment*.
- Se li demana a un/a estudiant que separi una mescla heterogènia en els seus components al laboratori (ell/a desconeix la composició de la mescla). La tasca implica un procés cognitiu d'*integració*, ja que ha d'identificar les característiques de la mostra i relacionarles amb els mètodes de separació (*coneixement procedimental*) referents a l'àrea de la *matèria*.
- Se li demana a un/a estudiant que faixi una presentació oral sobre un article del diari Menorca sobre les plaques solars de Son Salomó, on expliqui l'estat de la qüestió i proposi alternatives a la instal·lació de les plaques. En aquesta tasca, l'individu ha de fer una *selecció* de les dades rellevants del l'article, i les ha de *comunicar* juntament amb la seva proposta (*judici i presa de decisions*) tot referent a l'àrea de l'*energia* (i també a la de *medi ambient* de Biologia).

Com es pot veure, les tasques poden ser més senzilles i complexes, en el sentit de la quantitat de processos cognitius que intervinguin, àrees de competències en les que es desenvolupi l'activitat, i el nombre de diferents conceptes presents. S'ha d'entendre que en la majoria de tasques, no s'activarà només un procés cognitiu. En el procés de selecció, per exemple, hi intervé la capacitat de reconèixer i reproduir coneixement.

Amb aquest model s'argumenta la crítica del currículum de les Illes Balears, en referència als criteris i estàndards d'avaluació. Un dels estàndards del bloc "l'Activitat Científica" és "*Elabora petits treballs d'investigació sobre algun tema objecte d'estudi aplicant el mètode científic, i emprant les TIC per cercar i seleccionar informació i presentar conclusions.*"

Si l'analitzem segons el model dimensional, veiem que l'elaboració de treballs d'investigació involucra pràcticament totes les àrees de competència i processos cognitius:

- El coneixement de conceptes de l'assignatura.
- El coneixement del procés científic i de les operacions de laboratori així com les de cerca d'informació i destreses TIC.
- Saber reconèixer els models i conceptes estudiats presents en l'objecte d'estudi i integrar-los amb l'observació empírica.
- El disseny de la part experimental i la formulació de conclusions impliquen una presa de decisions i la presentació dels resultats i les conclusions posa en pràctica l'àrea competencial de la comunicació.

Com es pot veure en aquest exemple (i n'hi ha varis de caire similar), els pocs estàndards destinats a l'avaluació de la competència no són funcionals pel fet d'abastar de manera global la totalitat de capacitats que ha de demostrar l'estudiant. És per això que no resulten d'utilitat per avaluar ni tampoc per guiar la construcció de la competència científica.

4.3 Distribució dels Continguts Conceptuals i Procedimentals.

En la proposta d'aquest treball, els continguts de l'assignatura de Física i Química per a el primer cicle s'han distribuït de la manera següent. Per una banda, s'han reconegut com a continguts procedimentals algunes destreses que no estan descrites com a tal al currículum autonòmic, però que necessàriament s'han de contemplar per el desenvolupament de la competència científica. A la Taula 4 es mostren procediments i destreses que es treballarien a tota l'etapa del primer cicle, tant a segon com a tercer d'ESO.

Continguts procedimentals i destreses	
Destreses	<ul style="list-style-type: none">- Busqueda d'informació- Anàlisi i interpretació de textos o diagrames científics- Comunicació rigorosa de dades, idees, hipòtesis o conclusions.- Presa de decisions basada en raonament crític.- Us de les TIC
Procediments científics i de laboratori	<ul style="list-style-type: none">- Mesura de magnituds. Canvi d'unitats i Sistema Internacional. Notació científica.- Treball segons les normes de seguretat del laboratori- Utilització del material de laboratori correctament- Elaboració d'informes de pràctiques- Identificació i aplicació de les etapes del mètode científic

Taula 4. Continguts procedimentals i destreses generals de l'activitat científica.

Els continguts de "L'Activitat Científica", el primer bloc curricular dels cinc corresponents al primer cicle, es tracta de manera continuada durant tot el curs. Els continguts d'aquest bloc estan inclosos dins el subgrup "Procediments científics i de laboratori". La forma de treballar aquest continguts seria a través d'activitats específiques destinades per aquest fi, alhora que integren el reforç d'altres continguts.

En quant als continguts conceptuals, s'han distribuït entre els cursos 2n i 3r d'ESO segons ho mostra la Taula 5. Els blocs "La Matèria" i "Els Canvis" es treballen a ambdós cursos, mentre que "L'Energia" i "El moviment i les forces" s'imparteixen a segon i a tercer, respectivament. Els conceptes dels blocs presents a tot el cicle s'han separat entre els dos cursos.

A segon, s'introdueix als alumnes els conceptes i models més bàsics per entendre de què està fet el món físic que els envolta: matèria i energia, amb una menció als canvis que pateix la matèria.

A tercer, el bloc de la matèria es centra en l'estructura atòmica, el sistema periòdic i la unió d'àtoms que dona lloc a diferents substàncies; elements i compostos. Aquests continguts s'enllacen d'una manera lògica amb el temari del bloc "Els canvis" que parla de les reaccions químiques, l'estequiometria amb que reaccionen les substàncies i la llei de conservació de la massa. Finalment, s'expliquen els conceptes relacionats amb la dinàmica i la cinemàtica. Això és, el concepte de força, els seus efectes i seguidament les magnituds de velocitat i acceleració, lligades al moviment.

A la Taula 5, es poden veure certs continguts que s'han marcat amb lletra cursiva. Aquests corresponen al temari que es tractaria de manera implícita en tasques destinades al desenvolupament competencial. Al estar lligades potencialment a aspectes quotidians dels alumnes, són un material adient per treballar activitats de caire productiu.

Continguts conceptuals				
	La Matèria	Els canvis	El moviment i les forces	L'Energia
2n	<ul style="list-style-type: none"> - Propietats de la matèria - Teoria Cineticomolecular - Estats d'agregació - Canvis d'estat - Lleis dels gasos - Substàncies pures i mesclades - Concepte de concentració 	<ul style="list-style-type: none"> - Canvis físics i químics 		<ul style="list-style-type: none"> - Energia. Unitats - Tipus i transformacions d'energia - Energia tèrmica - Fonts d'energia - <i>Ús racional de l'energia</i> - Electricitat i circuits elèctrics. - <i>Dispositius elèctrics d'ús freqüent</i> - <i>Aspectes industrials de l'energia</i>

Taula 5 (Inici). Distribució dels continguts conceptuals en els cursos de 2n d'ESO.

Continguts conceptuals				
	La Matèria	Els canvis	El moviment i les forces	L'Energia
3r	<ul style="list-style-type: none"> - Estructura atòmica. Isòtops - Sistema periòdic dels elements - Unions entre àtoms - Masses atòmiques i moleculars - <i>Elements i compostos d'interés</i> - Formulació i nomenclatura 	<ul style="list-style-type: none"> - La reacció química - Càlculs estequiòmics senzills - Llei de conservació de la massa - <i>Química en societat i medi ambient</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Les forces i els seus efectes. - Màquines simples - Forces de la naturalesa - Velocitat mitjana, instantànea, acceleració 	

Taula 5 (Continuació). Distribució dels continguts conceptuals en els cursos de 3r d'ESO.

Tot i que en aquest treball no es fa una temporalització concreta dels continguts, s'estima a quins períodes del curs es treballaria cada bloc. A segon, es pot aproximar que els blocs de "La matèria" i "Els Canvis" ocuparien en conjunt els dos primers trimestres i es dedicaria el tercer a "L'Energia". A tercer, s'assignaria un bloc per trimestre en l'ordre següent; "La Matèria", "Els canvis" i "El moviment i les forces".

Hipotèticament, el benefici que deriva d'aquesta configuració és el següent. Dins un mateix curs, s'incrementa el temps que es dedica a cadascun dels blocs. Com a conseqüència, el percentatge de sessions destinades a introduir nou temari disminueix i augmenta el percentatge de sessions on es treballa sobre els continguts ja explicats. Al disposar de més temps per realitzar activitats de reforç de continguts, resulta més fàcil destinar-lo a projectes o tasques més complexes. Això li dona més marge a l'alumne per assolir els continguts i assaborir les experiències destinades a l'aprenentatge. També és més favorable per el docent, ja que disposa de més temps per regular el procés d'ensenyament aprenentatge i fer modificacions segons les necessitats del grup-classe. En resum, menys volum de conceptes per any i més quantitat, diversitat i qualitat d'activitats per interioritzar-los de manera funcional.

Si es volguessin treballar els quatre tots els blocs tant a segon i a tercer, es dedicaria virtualment menys temps a cadascun. El que s'intenta evitar amb

aquesta distribució és no posposar contingut d'un bloc cap al següent any, a causa de limitacions per temps. Si la divisió fos, per exemple, tallar els blocs per la meitat i assignar la primera meitat de cada bloc al 2n curs i la segona meitat a 3r, es trobarien les següents limitacions:

- El temps dedicat a cada bloc seria reduït (de mitjana mig trimestre).
- Es separarien parts del temari que es complementen i que de manera lògica s'haurien de treballar juntes.
- Al tercer curs, tot i comptar amb una hora lectiva menys a la setmana, els alumnes necessitarien d'un repàs a cada bloc per seguir el fil del temari que es va deixar a mitges l'anterior curs.

4.4 Orientacions metodològiques i pràctiques docents

L'enfocament que ha de tenir l'assignatura al primer cicle ha de ser qualitatiu, com ja especifica el currículum autòmic. Hi haurà, no obstant, alguna part del temari que porta implícita el càlcul numèric. Una de les directrius rellevants d'aquesta proposta és el de renunciar a quasi la totalitat de les pràctiques memorístiques. Els alumnes necessiten invertir temps d'estudi per memoritzar un contingut i aquest temps és més productiu destinat a entrenar la interpretació de material científic o el raonament. Per suposat que la reproducció de coneixement pot ser memorística, però tenint en compte el context tecnològic actual, on la informació és accessible a temps real per a tothom, cobra més sentit aprendre a seleccionar-la de manera crítica enlloc de retenir-la de memòria.

L'informació, per tant, ha d'estar a l'abast de l'alumne perquè la consulti en el moment que ho necessiti. Per tal de que sigui accessible i funcional, l'alumne ha de tenir al seu abast mapes conceptuals, glossaris i apunts dels conceptes teòrics, alhora que es fomenta l'ús de les bases d'orientació^[9]. Aquestes, que les han de construir els alumnes de manera grupal o individual, han de servir per organitzar el coneixement de conceptes i processos de manera que sigui fàcil la seva aplicació.

4.4.1 Introducció del nous conceptes i construcció del coneixement

Convé començar els blocs didàctics amb una activitat per avaluar els coneixements prèvis dels alumnes, detectar concepcions errònees d'algunes idees i també veure quines són les seves expectatives d'aprenentatge i els seus interessos. Ernest Fortuny, en el seu llibre *Ciència a l'escola*, dirigia les activitats de recerca segons els interessos dels seus alumnes, cosa que promovia el seu interès i implicació. La motivació dels alumnes s'ha de tenir en

compte com un factor que afecta al seu aprenentatge, tal com suggereix l'article de la OCDE *The Nature of Learning*^[16].

Recordem que s'han de transferir els models i idees de l'assignatura tal i com s'ha descrit a l'apartat "El Coneixement científic". Això vol dir que el temari ha de ser explicatiu cap a fenòmens observables i no observables. Per introduir conceptes o idees noves, es pot seguir una seqüència similar a la de l'exemple de la Figura 6.

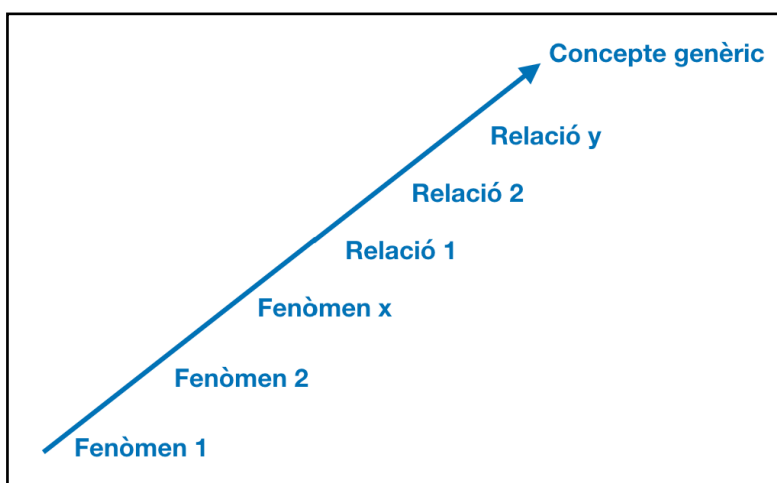


Figura 6. Model explicatiu d'introducció de conceptes nous. S'introdueixen primer els "x" fenòmens i les "y" relacions que s'expliquen a través del concepte, idea, o model genèric.

Aquesta pràctica emfatitza l'aspecte explicatiu del coneixement. Es comença per mostrar els fenòmens, així es promou el raonament i la formulació d'hipòtesis. També es dona l'oportunitat de començar per una experiència pràctica que intrigui als alumnes a saber l'explicació dels fets observats. Finalment, s'explica el concepte que explica i relaciona aquests fenòmens.

A mesura que es van introduïnt conceptes, es construeix l'arsenal de idees, models, lleis i conceptes que tenen els estudiants per entendre i el món físic que els rodeja. Per organitzar i interrelacionar els continguts és útil utilitzar mapes conceptuais que creixin a mesura que s'introdueixen noves aportacions.

El laboratori ha de servir per aprendre continguts més procedimentals i realitzar activitats que ajudin a assentar els continguts introduïts de manera teòrica. Una altra de les característiques del coneixement científic és la provabilitat, de

manera que es pot implicar els alumnes a que comprovin experimentalment el que han après.

Per tal d'evitar que els continguts s'aprenguin manera seccionada i no es sepin relacionan entre els diferents blocs, aquesta proposta manté que els continguts siguin acumulatius durant el curs. Al haver-hi un nombre moderat de conceptes i no abusar de la capacitat memorística, s'ha d'esperar dels alumnes que un cop interioritzats els continguts, es sepin integrar amb els d'altres blocs i contextos. Perque aquestes expectatives siguin raonables, l'us de les guies d'orientació ha de ser una pràctica habitual a l'aula i el material didàctic ha d'estar dissenyat per poder-se consultar de manera aïllada i efectiva.

Per il·lustrar aquesta metodologia, es presenta un exemple de la seqüència didàctica que es podria seguir per treballar les lleis dels gasos (Figura 7). Aquestes lleis relacionen la temperatura, el volum, la pressió i la quantitat de gas i permeten predir com es comportarà un gas en condicions donades. La representació a continuació manifesta les relacions de proporcionalitat entre diferents variables (esquerra) i l'equació general dels gasos ideals (dreta).

Llei de Boyle:	$V \propto 1/P$	
Llei de Charle's	$V \propto T$	$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$
Llei de Gay-Lussac	$P \propto T$	Llei dels gasos ideals
Llei d'Avogadro	$V \propto n$	

Figura 7. Llei dels gasos

Seguint la progressió de la Figura 6, es planteja una seqüència per etapes descrita a la Taula 6. Les primeres d'aquestes, "Com es comporten els gasos?" i "Els gasos en la vida quotidiana" engloben una sèrie d'activitats que han de servir per posar en context a l'alumne sobre quin és l'objecte d'estudi i a quins fets (observables, en aquest cas) es pretén donar explicació. S'ha de tenir en compte que, en aquest punt del curs, els estudiants ja han treballat el model cineticomolecular de la matèria i tenen una idea de com és un gas, microscòpicament parlant. Un cop finalitzades aquestes, a l'etapa "Com s'explica això?", es dediquen les sessions següents a treballar sobre el

concepte genèric (en aquest cas les lleis dels gasos) que donen explicació als fenòmens vistos a les activitats experimentals inicials. Les etapes que procedeixen a continuació van dedicades a interioritzar els continguts, amb activitats de repàs de tipus reproductiu (“Repassem-ho”), seguides d’activitats productives on es treballi de manera competencial (“Apliquem-ho”). En aquest punt, es treballen els continguts de manera més funcional amb activitats variades (Apartat 4.4.2, activitats dels tipus 2, 3 i 4).

Etapa	Activitats
Com es comporten els gasos?	En grups, els alumnes observen la variació de pressió, temperatura i volum que experimenten els gasos sotmesos a diferents situacions: escalfant-los, refredant-los, comprimint-los, expandint-los, afegint més gas al recipient, etc. L’experimentació es duu a terme per els alumnes, tot i que està pautaada amb unes instruccions fetes pel professor. A banda de fer l’experimentació, els alumnes han de consensuar les seves observacions, anotar-les, i proposar possibles explicacions que expliquin les relacions observades.
Els gasos en la vida quotidiana	S’analitzen etiquetatges en ampolles desodorants, bombones de butà, pneumàtics de diferents rodes, etc. També s’expliquen certs fenòmens que no estan a l’abast del laboratori, com el funcionament de la màquina de vapor o l’olla a pressió.
Com s’explica tot això?	En aquesta etapa, es posen en comú les observacions fetes a les sessions anteriors i es relacionen amb els models teòrics que expliquen els fenòmens. Es presenten les lleis com a eines per calcular el comportament dels gasos en diferents condicions. És en aquest moment en que es treballa la construcció del mapa conceptual incorporant-hi els continguts que s’han explicat.
Repassem-ho	Un cop finalitzada la presentació teòrica dels conceptes, es procedeix a realitzar activitats destinades a la reproducció del contingut i a avaluar si s’han entès correctament. Vegeu l’apartat 4.4.2; activitat del tipus 1.
Apliquem-ho	En aquest punt de la seqüència, les activitats descrites són enfocades a l’aplicació de tot el coneixement acumulat fins al moment, no sols (en aquest cas) els de les lleis dels gasos. Com exemple, es proposa un treball d’anàlisi sobre el procés de refinament del petroli. En aquesta tasca s’integra el coneixement sobre les propietats de la matèria per entendre com és possible la separació del cru en diferents productes sòlids, líquids i gasosos. Aquesta activitat, que correspon al tipus 3 (Veure apartat 4.4.2), és d’elaboració individual i ha de servir per entrenar la integració de coneixements adquirits a classe en la comprensió de documents científico-tecnològics.

Taula 6. Seqüència didàctica per a l’ensenyament de les lleis dels gasos i el bloc: La Matèria.

4.4.2 Activitats

Alguns dels factors comuns a totes les activitats, per tal de promoure una activació cognitiva per part dels alumnes han de ser les següents:

- Expressió dels objectius d'aprenentatge. Això vol dir, fer saber als alumnes quines operacions cognitives utilitzaran i a quina àrea de la competència s'està incidint.
- Proximitat amb fets quotidians. Amb ànim d'aconseguir un aprenentatge més significatiu i proper, s'ha de procurar que el context dels problemes sigui familiar i real.
- Qüestionari d'autoavaluació. Si bé en exercicis mecànics i senzills no és tan productiu incloure'l, quan la tasca en qüestió tingui certa complexitat pot ajudar molt a l'alumne per fer autoexamen dels aspectes de l'activitat que li han costat més i així fer-lo més conscient del seu procés d'aprenentatge.

Les activitats que es programin no sols han de contribuir a desenvolupar la part productiva de l'àrea del coneixement de continguts. Com s'ha exposat prèviament, s'ha de potenciar la competència científica en totes les seves dimensions. És per això que en el següent recull s'exemplifiquen uns exemples d'activitats amb diversitat d'objectius cognitius i competencials.

1. Activitats de reforç dedicades a treballar la reproducció. Àrea de competència: Coneixement de continguts.

Objectius de l'activitat:

- Saber reconèixer els canvis de pressió, volum i temperatura d'un gas.
- Saber explicar, utilitzant la teoria cinèticomolecular, les magnitud de pressió, volum i temperatura d'un gas.
- Utilitzar les lleis dels gasos per preveure l'estat del gas en diferents transformacions.
- Canviar d'unitats utilitzant factors de conversió.

És un dia d'estiu, la temperatura de l'ambient és de 25°C i ens comprem un globus d'heli de 10 L a la fira del poble.

Respòn a les següents preguntes:

- A. Deixem el globus dins el cotxe, que queda aparcad al sol. A dins, la temperatura augmenta. Com afectarà això a la pressió de dins el globus? Explica-ho segons la teoria cineticomolecular.
- B. Estant al nivell del mar, a 1 atm de pressió, el globus s'ens escapa i puja cap a dalt. En un punt de l'atmosfera, on la temperatura és de -20°C i la pressió és de 100.000 Pa, quin volum tindrà el globus?

2. Activitats de desenvolupament per treballar l'organització. Àrea de competència: Coneixement procedimental.

Objectius de l'activitat:

- Planificar les accions a fer durant la pràctica.
- Aprendre a fer mesures de massa i volum.
- Aprendre a preparar dissolucions amb una concentració concreta.
- Relacionar la concentració d'una dissolució amb la seva densitat.

En grups de quatre, heu de discutir com varia la densitat de quatre dissolucions que heu de preparar. Les concentracions d'aquestes han de ser: 10g/L, 50 g/L, 100g/L i 200g/L. El volum de les dissolucions el podeu triar, però ha d'estar entre 100 i 250 mL.

- A. Abans de començar, discutiu entre tots quins han de ser els passos que heu de seguir per fer la pràctica i elaboreu un esquema per organitzar les accions que dureu a terme
- B. Tots els càlculs que feu i les dades que mesureu s'han d'apuntar.
- C. Presenteu els vostres resultats sobre la densitat de cada solució en funció de la concentració.
- D. Utilitzant els continguts treballats a classe, expliqueu el motiu de la tendència observada.

En aquesta activitat, contextualitzada com una pràctica de laboratori, els alumnes han de treballar en equip per contestar a una pregunta de la qual no s'ha donat resposta a classe. Tot i que es dirigeix les accions bàsiques que han de portar a terme (preparació de les dissolucions i càlcul de les seves densitats) no s'especifica com ni quin ha de ser l'ordre a seguir. Sense promoure que els alumnes es perdin, s'ha d'intentar deixar-los llibertat perquè prenguin les decisions necessàries per resoldre el problema plantejat. En aquesta pràctica, es combina l'aplicació d'operacions de laboratori i càlculs de densitat, que no tenen perquè haver-se introduït de manera conjunta a les classes "teòriques". Es pretén que els alumnes interpretin els resultats i elaborin una explicació (de caire hipotètic) sobre quina és la relació entre la concentració d'una mescla i la seva densitat.

3. Activitats de desenvolupament dedicades a treballar la selecció i l'integració. Àrea de competència: Comunicació.

Aquesta activitat pren la forma d'un treball individual sobre les depuradores. S'hi han relacionat diferents conceptes pertanyents a diferents blocs, tal i com s'ha fet al model d'activitat 2. L'ànim és el mateix; reforçar les relacions entre conceptes diferents del temari. En aquesta petita activitat, els alumnes han de llegir la informació presentada a la pàgina web de sanejament d'Andorra, que tracta sobre el funcionament de les depuradores. La intenció d'aquesta activitat

és la d'entrenar la selecció d'informació i la integració del què es llegeix amb els continguts de l'assignatura.

Objectius de l'activitat:

- Aprendre a seleccionar les dades rellevants presents a les fonts d'informació.
- Relacionar el tema de l'activitat amb els continguts de classe: Substàncies pures i mescles, tècniques de separació, canvis físics i químics.
- Comunicar de manera clara i raonada les idees, relacions, hipòtesis i conclusions.

Les depuradores són unes infraestructures dedicades a purificar l'aigua de rebuig que produïm els humans i fer-la apta per tornar a introduir-la al medi ambiental sense fer-lo malbé. Fes una ullada al següent enllaç web per saber més sobre les depuradores i contesta a les següents preguntes. És possible que hagi de consultar altres fonts per poder contestar les preguntes.

<https://www.depuradores.ad/ca/contingut-3/com-es-depura-l-aigua.html>

- A. De forma resumida, digues quina informació es troba a aquesta pàgina web.
- B. Fes un esquema explicatiu de com funciona el procés de depuració de l'aigua.
- C. Quins mètodes de separació utilitzats en la depuració hem treballat a classe? Quins són els que no hem vist, i en què consisteixen?
- D. Argumenta si els processos pels que passa l'aigua són transformacions físiques o químiques.

4. Activitats de síntesi dedicades a treballar tots els processos cognitius i àrees de competència.

Objectius de l'activitat:

- Dissenyar i organitzar les fases d'un projecte, treballant i prenent decisions en equip.
- Utilitzar els continguts de l'assignatura, tant teòrics com pràctics, per l'elaboració del producte final.
- Saber buscar la informació necessària que calgui per l'elaboració del producte final.
- Expressar de manera clara i entenedora com heu desenvolupat el projecte.

La tasca que se us encomana és la de fabricar un circuit elèctric híbrid que pugui funcionar amb energia solar o bateria. L'instal·lació ha de ser capaç (com a mínim) d'encendre una bombeta i fer funcionar un petit ventilador. Teniu llibertat per donar-li la forma que considereu, sempre que justifiqueu la vostra decisió i el sistema fabricat funcioni.

A més, haureu de:

- Elaborar un document que serveixi per enregistrar la vostra planificació, càlculs, material utilitzat, informació que recolliu, etc. Aquest document ha de destacar al "Núvol" perquè tots els membres de cada grup hi pogueu tenir accés.
- Preparar una exposició en la que exposeu els vostre projecte a la resta de la classe.

Aquesta activitat pren forma de projecte, que es situa en el bloc didàctic de l'Energia. Com s'ha indicat, pretén ésser una activitat de síntesi on es recullin un volum considerable de sabers i, sobretot, àrees de competència. Un cop més, s'intenta donar màxima llibertat als estudiants perquè resolguin la tasca plantejada de la manera que ells creguin, sempre que sigui de forma raonada.

4.5 Avaluació

En aquest apartat es tractaràn els aspectes més importants perquè l'avaluació sigui coherent amb els objectius de l'assignatura. Es presenta la proposta com una construcció progressiva de coneixement funcional, i és per això que l'avaluació ha de ser, per força, continua.

Per contínua s'entén que s'avaluarà (i qualificarà) no sols el rendiment en sí, sinó el progrés de l'alumne. Al ser els continguts acumulatius, un alumne que inicialment podria no haver complert els requisits mínims d'alguna part del temari, pot recuperar aquesta part sense necessitat d'haver de fer un examen específic. Per exemple, posem que l'estudiant no sap realitzar factors de conversió per canviar entre diferents unitats i suspen l'examen 1. Si en les progressives activitats d'avaluació (examen 2, treball individual, etc.) demostra que ha assolit aquest contingut, no caldrà realitzar cap activitat de recuperació específica per que l'alumne recuperi.

4.5.1 Autoavaluació de l'alumnat

Com s'ha comentat abans, aquesta proposta insisteix en pràctiques docents que promoguin la metacognició de l'alumne, essent conscient del que sap, el que no sap, el que ha après, com ho ha après i quines dificultats s'ha trobat en el camí. Una primera part d'aquesta iniciativa consisteix en compartir els objectius de les activitats didàctiques amb els alumnes i la realització d'avaluacions inicials de cada bloc. La segona part és l'autoavaluació de les activitats i del propi progrés. L'autoavaluació, tal i com l'ha definida Neus Santmartí en la seva publicació *Avaluar per Aprendre*^[9] s'entén com: "avaluació que fa l'estudiant de la seva pròpia producció atenent a uns criteris que s'han negociat prèviament". Per poder fer una autoavaluació, els alumnes necessiten tenir èines per poder fer una valoració objectiva de la seva producció. Les rúbriques són una opció vàlida, i és aconsellable que es facin de forma conjunta entre alumnes i professor, de manera que ells siguin més coneixedors dels estàndards de qualitat preestablerts abans de fer l'activitat. Per materialitzar l'autoavaluació, es demana als alumnes que contestin unes

preguntes en referència a certa activitat, treball o prova que hagin fet. Per guiar la seva reflexió es faciliten als alumnes uns senzills qüestionaris, els quals poden anar acompanyats de la rúbrica pertinent perquè puguin avaluar-se objectivament.

El següent és un qüestionari exemple que podria acompanyar l'activitat exemple del tipus 3 (Veure l'apartat 4.4.2). En ell, es pretén per una banda comprovar si l'alumne era conscient del que havia de fer i què havia d'aprendre i per altra intentar que l'alumne s'autoexamine perquè se n'adoni del quines dificultats ha trobat per fer l'activitat. Més de caire formatiu, la pregunta "M'ha servit per aprendre" serveix no sols a l'alumne sinó al professor, per comprovar que les activitats que es plantegen es tradueixen en un aprenentatge. El qüestionari valora diferents aspectes depenent de si l'activitat és senzilla, complexa, individual, grupal, etc.

Autoavaluació d'activitat

- *He entès tots els objectius de l'activitat? En cas contrari, digues quin(s).*
- *He entès tot el que s'em demanava?*
- *He contestat tot el que s'em demanava? En cas de que no, perquè?*
- *Què és el que m'ha costat més fer?*
- *Què crec que hauria de millorar de cara a les activitats següents?*
- *M'ha servit per aprendre?*

En un examen, que sovint és un ítem d'avaluació que s'utilitza per valorar l'aprenentatge al final d'un procés d'ensenyament, les preguntes canvien lleugerament. Aquí es mostra un exemple:

Autoavaluació d'examen

- *L'examen m'ha anat com m'esperava, millor o pitjor?*
- *Quina part de l'examen no m'ha anat be? O la que m'ha costat més?*
- *Quin ha estat el motiu d'aquests resultats? (No he estudiat suficient, no tenia el contingut ben entès, no sé perquè m'ha sortit així l'examen...)*
- *Què crec que podria fer per millorar?*

4.5.2 Avaluació per part del professorat.

Aquesta proposta manté que l'avaluació feta pel professorat ha de ser no sols qualificadora sinó també formativa. La funció formativa és aquella que té com objectiu tenir en compte les dificultats del procés d'ensenyament-aprenentatge i fer les modificacions pertinents en les accions didàctiques per tal de superar-les. La funció qualificadora, per altra banda, serveix per valorar l'aprenentatge havent finalitzat el procés d'ensenyament. Aquesta és la responsable de que els alumnes rebin una nota numèrica al final de cada avaluació i al final de curs. Tot i que té més impacte en la qualitat del procés d'ensenyament és la formativa, la qualificadora ha d'adequar-se amb els objectius didàctics plantejats, ja que d'ella depèn la importància que donin els alumnes a certs aspectes del seu aprenentatge.

Per exemple, un docent pot insistir als seus alumnes perquè planifiquin les tasques abans de fer-les, i que prestin atenció a com resolen els exercicis. Si al valorar la qualitat de l'exercici el professor basa majorment la puntuació amb el resultat obtingut, el missatge implícit que s'envia als estudiants és: el que realment compta és el resultat.

Per ampliar l'exemple, aquesta proposta suggereix portar a terme unes accions per promoure la metacognició envers l'aprenentatge dels propis alumnes, com és l'autoavaluació. Si l'esforç que fa l'alumne per fer un autoexamen després de cada activitat no es veu reflexat a la nota final, el missatge que reb l'estudiant és que aquella pràctica no és important.

Per ser conseqüents amb la importància que es dona a tots els aspectes avaluable, aquests han d'estar presents d'alguna manera a la nota que reb l'alumne. A la Figura 8 es proposa un exemple de com es podrien distribuir els percentatges de la nota.

Com es veu al diagrama, els exàmens representen un 40% de la nota. Les notes de les activitats grupals i individuals constitueixen, a parts iguals, un 40% de la nota final. El 20% restant s'atribueix a l'actitud, el comportament i la feina (10%) i a la metacognició i el progrés (10%).

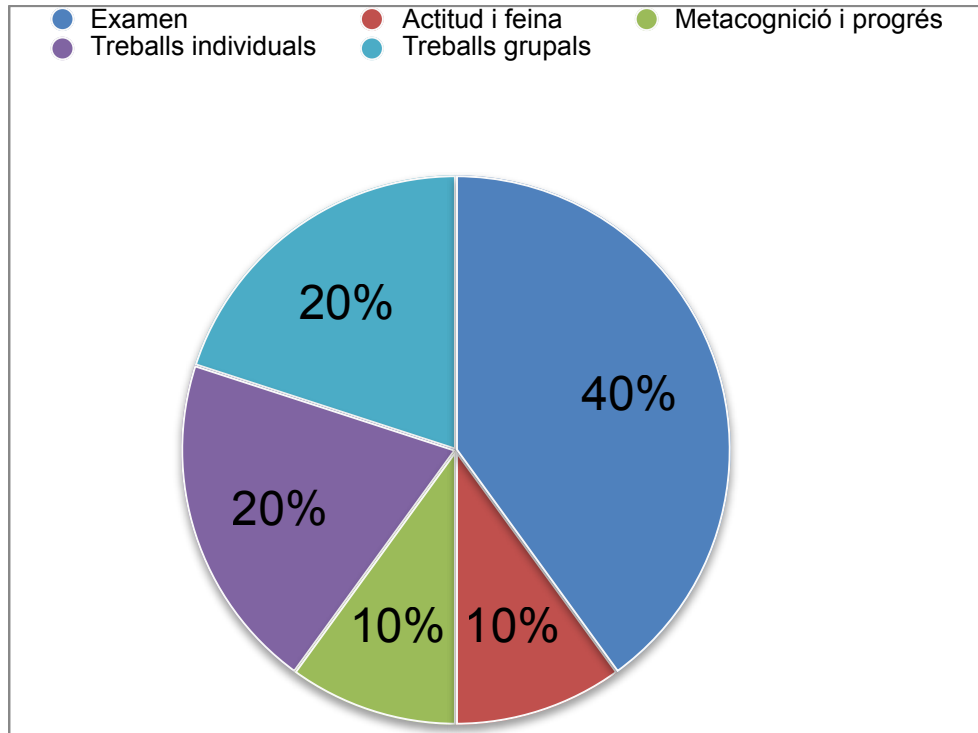


Figura 8. Distribució percentil dels ítems avaluables.

Per a l'avaluació de l'actitud i feina, es fa una mitjana amb la nota obtinguda arrel dels criteris presents a la Taula 7. L'avaluació es pot fer fer contínuament al llarg dels trimestres i curs, de manera que es pot valorar positivament el progrés d'un alumne en aquest àmbit.

Per l'avaluació de la Metacognició i el progrés, s'avaluen dos aspectes. El primer és la qualitat de les reflexions en els qüestionaris d'avaluació (utilitzant els graus presents a la rúbrica) i el segon són les actuacions de l'alumne en base a les conclusions extretes de les autoavaluacions. El sistema és el següent: l'alumne realitza primer la seva autoavaluació seguint els qüestionaris proporcionats. Utilitzant aquestes reflexions i el criteri del professor, se li recomana a l'alumne solucions per solucionar les seves mancances o dificultats (exercicis de repàs, més organització a l'hora de resoldre les tasques, etc.). Si l'alumne demostra que els aplica i/o millora el seu rendiment en els aspectes que suposaven una dificultat, es valora positivament en la nota. Aquesta pràctica pretén acostumar als alumnes a fer ús de l'avaluació d'una manera

formadora, per tal de regular el seu propi aprenentatge i activament duir a terme accions que contribueixin a millorar-lo.

	0	3	6	10
Metacognició i progrés	L'alumne no mostra tenir clar quines són les seves fortaleces o mancances, alhora que no porta a terme acció per millorar en el seu aprenentatge	L'alumne és parcialment conscient de quins són els seus punts forts i febles però no mostra una actitud activa en favor de millorar.	L'alumne és conscient dels seus punts forts i febles, reconeix què és el que ha de fer per progressar, però no és del tot conseqüent amb les seves accions.	L'alumne és conscient de les seves capacitats, reconeix que ha de fer per progressar i n'és totalment conseqüent amb les seves accions.
	L'alumne no comprèn els objectius de les tasques i no acaba de ser conscient de què aprèn	L'alumne no entén gaire els objectius i no li serveixen per ésser conscient del que ha d'aprendre, tot i que reconeix alguns dels aprenentatges les activitats	L'alumne no acaba d'interioritzar els objectius de les tasques i té bastant clar el que ha après.	L'alumne coneix perfectament quins són els objectius de les tasques i és conscient de l'aprenentatge que n'extreu.
Actitud i feina	L'alumne no treballa ni individualment ni en grup	S'ha de cridar l'atenció a l'alumne perquè treballi i no assumeix responsabilitat en els treballs en grup	L'alumne generalment treballa tant individualment com en grup, però no mostra una actitud activa cap a les activitats	L'alumne s'aplica tant individualment com en grup per resoldre la tasca encomanada. Mostra iniciativa
	L'alumna es nega a participar a classe i no demana mai els dubtes que té	S'ha de demanar a l'alumne que participi i rarament demana dubtes	L'alumne participa algunes vegades i demana part dels dubtes que té	L'alumne participa a classe per iniciativa pròpia i demana tots els dubtes que té
	Habitualment provoca problemes i no té una actitud respectuosa	A vegades té una actitud negativa i el seu comportament no és adequat	Quasi sempre mostra una actitud respectuosa i es comporta correctament	Mostra una actitud respectuosa i un comportament correcte sempre

Taula 7. Rúbrica per a l'avaluació de l'Actitud i feina i la Metacognició i progrés.

En els treballs individuals, grupals i els examens, hi ha d'haver una varietat d'activitats que, com s'ha explicat a l'apartat 4.4.2, englobin totes les àrees de la competència. Per avaluar-les es proposa com a instrument la rúbrica present en la Taula 8. Aquesta, així com es mostra, no és aplicable a la majoria d'activitats, ja que en elles no es desenvolupen tots els processos cognitius ni tots els nivells de competència. La idea és utilitzar aquesta rúbrica genèrica per generar-ne d'altres dedicades a activitats específiques d'acord amb els seus objectius. Si escau, es poden desenvolupar alguns dels ítems, atenent a les característiques de cada tasca. Per exemple, si en un treball es realitza una presentació oral, es pot afegir un altre nivell en l'ítem "Expressió d'idees i comunicació" que valori el suport utilitzat o també la capacitat de l'alumne de respondre a les preguntes.

	0	3	6	10
Movilització i aplicació eficaç de continguts	L'alumne no sap activar els continguts adequats i/o no sap aplicar-los	L'alumne recorre a part dels continguts necessaris per resoldre la tasca i els sap aplicar parcialment.	L'alumne sap recórrer als continguts adequats però no els utilitza completament bé	L'alumne involucra els coneixements adequats per resoldre la tasca i els utilitza correctament
Comprensió lectora i selecció de l'informació	L'alumne no entén res de l'enunciat	L'alumne entén poc l'enunciat i no sap gaire bé que se li demana	L'alumne entén quasi la totalitat l'enunciat i té una idea del que que li està demanant	L'alumne entén perfectament els enunciats de les tasques
	L'alumne no és capaç d'extreure idees correctament de la font d'informació	L'alumne només és capaç de reconèixer les idees més evidents i explícites.	L'alumne reconeix quasi totes les idees rellevants del text o gràfics, però no considera aquelles que no s'han explicat a classe	L'alumne reconeix totes les idees rellevants dels textos i gràfics, fins i tot les que no tenen relació amb continguts explicats a classe
Organització d'accions i procediments	L'alumne no planifica la resolució de la tasca i el seu ordre d'actuació no te sentit	L'alumne no planifica les accions o procediments i actua de manera desordenada i/o mancada algun pas	L'alumne no planifica a fons les seves accions o procediments, però les executa d'una manera mitjanament ordenada i coherent.	L'alumne mostra una clara organització i planificació previa dels passos a seguir per resoldre la tasca
Integració de continguts i multidisciplinarietat	L'alumne no és capaç d'aplicar el seu coneixement en un context desconegut	L'alumne expressa parcialment quins continguts tenen connexió amb les idees donades però no les sap relacionar	L'alumne relaciona les idees donades amb continguts de manera acurada, però no és capaç de desenvolupar raonaments a partir de la relació	L'alumne és capaç d'utilitzar conceptes o models de manera acurada per fer raonaments sobre fenòmens no vistos anteriorment
	L'alumne no sap relacionar sabers de diferents blocs tot i rebre ajuda	L'alumne necessita una ajuda per saber com ha de relacionar els conceptes necessaris per resoldre una tasca	L'alumne és capaç d'utilitzar part dels coneixements de diferents àmbits per resoldre la tasca	L'alumne és capaç d'integrar tots els continguts conceptuals i procedimentals de diferents blocs per resoldre la tasca
Expressió d'idees i comunicació	L'alumne no és capaç d'emetre un missatge entenedor	L'alumne no sap explicar-se de manera utilitzant les seves paraules i fa ús incorrecte del vocabulari	L'alumne utilitza en part les seves paraules per explicar-se, la majoria del vocabulari utilitzat es correcte però el discurs és desordenat	L'alumne s'expressa amb les seves paraules utilitzant el vocabulari adequat seguint un discurs ordenat
	El to de veu, el ritme i la postura fan impossible entendre el missatge que es vol transmetre	Costa d'entendre els discursos orals de l'alumne, no sap mantenir un to de veu i un ritme adequat	L'alumne és capaç d'explicar-se oralment tot i que el to de veu no és l'adequat, amb un ritme massa ràpid i una postura estàtica	L'alumne és capaç d'explicar-se oralment amb un to de veu i un ritme adequat, amb una postura corporal segura
Judici i presa de decisions	L'alumne no explica les seves decisions i no proposa hipòtesis	L'alumne no argumenta les seves decisions de manera lògica. No sap proposar hipòtesis	L'alumne argumenta les seves decisions però ho fa de manera poc rigorosa. No proposa hipòtesis lògiques	L'alumne sap argumentar les seves decisions i hipòtesis raonant objectivament a través del seu coneixement de l'assignatura

Taula 8. Rúbrica genèrica per l'avaluació de la competència científica.

5. Conclusions

Les conclusions extretes d'aquest reball han estat les següents.

1. L'estat de la formació en ciència a Espanya és millorable i cal replantejar la manera d'entendre la competència científica.
2. El model dimensional de la competència científica permet distingir entre les diferents àrees d'aquesta i organitzar millor la seva construcció.
3. La proposta feta descriu una distribució de continguts, una metodologia i un mètode d'avaluació destinat al desenvolupament competencial.
4. La proposta feta pretén servir de guia per a una formació en ciència significativa i pràctica, l'aplicació de la qual és viable amb els recursos materials, tecnològics i humans habituals als centres.

6. Bibliografia i webgrafia

- [1] National Research Council 1996. National Science Education Standards. Washington, DC: The National Academies Press.
- [2] *Orden ECD/65/2015, de 21 de enero del Boletín Oficial del Estado*. Madrid: Ministerio de Educación Cultura y Deporte
- [3] INEE (2016). *Informe español. PISA 2015*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte
- [4] INEE (2019). *Panorama de la educación. Indicadores de la OCDE 2018. Informe español*. Madrid: Ministerio de Educación y Formación Profesional.
- [5] INEE (2019). *TALIS 2018 Estudio internacional de la enseñanza y del aprendizaje Informe español (Volumen 1)*. Madrid, Ministerio de Educación y Formación Profesional.
- [6] Victor Lavy. *What Makes an Effective Teacher? Quasi-Experimental Evidence*. CESifo Economic Studies, 2016, 88–125
- [7] Bloom, B. S. (ed.) (1956), *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook 1: Cognitive Domain*. Longmans, Green and co., New York, NY
- [8] OCDE 2019. *Guía del profesorado TALIS 2018*. Dirección de Educación y Competencias
- [9] Sanmartí, N. (2007). *Avaluar per aprendre. 10 idees clau*. Barcelona: Ed. Graó.
- [10] *Decret 34/2015, de 15 de Maig del Bolletí Oficial de les Illes Balears, pel qual s'estableix el currículum de l'educació l'educació secundària obligatòria a les Illes Balears*. Conselleria d'Educació i Universitat
- [11] "Ciencia". REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española, 23.^a ed., [versión 23.2 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [2019].
- [12] Windschiti et. al.. *Beyond the Scientific Method: Model-Based Inquiry as a New Paradigm of Preference for School Science Investigations*. Issues and Trends, 2008.

[13] <https://www.educacionyfp.gob.es/educacion/mc/lomce/el-curriculo/curriculo-primaria-eso-bachillerato/competencias-clave/competencias-clave.html>

[14] C. Kulgemeyer, H. Schecker. *Research on Educational Standards in German Science Education – Towards a model of student competences*. Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 2014, **10**(4), 257-269

[15] Rost, J., Walter, O., Carstensen, C., Senkbeil, M. & Prenzel, M. (2005). Der nationale Naturwissenschaftstest PISA 2003 [The national science test in PISA 2003]. *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht*, 4, 196-204.

[16] OECD 2010. *The Nature of Learning: Using research to inspire practice*. OECD Publications.