

## **EL TREBALL EXPERIMENTAL EN FÍSICA I QUÍMICA**

### 1. Presentació.

El treball experimental constitueix un element essencial del treball científic. Els treballs pràctics de caràcter experimental representen una de les activitats més importants de l'ensenyament de les ciències, en permetre una multiplicitat d'objectius: la familiarització, observació i interpretació dels fenòmens que són objecte d'estudi en les classes de ciències, el contrast d'hipòtesi en els processos de modelització de la ciència escolar, l'aprenentatge del maneig d'instruments i tècniques de laboratori, l'aplicació d'estratègies d'investigació per a la resolució de problemes teòrics i pràctics i, en definitiva, la comprensió procedimental de la ciència.

La present matèria pretén que l'alumnat es familiaritze amb aqueix treball experimental mitjançant el coneixement de les tècniques, els seus fonaments, els sistemes de tractament de les dades recollides, els requeriments en la recollida de mostres i les precaucions que s'han de prendre a l'hora d'abordar aquest treball; però, sobretot, cerca estimular la reflexió que precedeix tota investigació experimental, inserint-la en el marc teòric adequat i identificant uns altres possibles marcs teòrics, així com estimular l'emissió d'hipòtesi, la predicció i l'anàlisi i discussió de resultats.

Aquest procés de reflexió contribueix de manera notable a consolidar en l'alumnat una maduresa personal que li permetrà actuar de manera respectuosa, responsable i autònoma, i desenvolupar l'esperit crític. Dit d'una altra manera, es fomenta la competència en autonomia i iniciativa personal, que es veu afavorida per les decisions raonades que s'hauran de prendre durant la realització de les tasques, i per la necessitat de diàleg i acord en el grup per a portar a terme el treball.

Altres competències clau a l'adquisició i el desenvolupament a les quals contribueix aquesta matèria són, en primer lloc, i de manera evident, la competència matemàtica i competència en ciència, tecnologia i enginyeria. Contribueix, així mateix, al desenvolupament de la competència clau en comunicació lingüística, ja que constantment s'haurà de recaptar informació, triar la més rellevant, resumir-la, exposar el treball realitzat i les conclusions aconseguides, tant de manera oral com escrita.

En tercer lloc, coopera en la consecució de la competència clau digital, ja que incideix en l'ús apropiat de les tecnologies de la informació i la comunicació, tant per a indagar en les múltiples possibilitats d'obtenir la informació, com per a realitzar la presentació dels treballs i establir les xarxes de comunicacions entre l'alumnat, i entre aquest i el professorat, en el marc d'un treball col·laboratiu. En quart lloc, es potencia el desenvolupament de la competència clau personal, social i d'aprendre a aprendre, quan es promou la valoració del coneixement científic com a part de la cultura i de la formació integral de les persones.

Pel que fa a l'enfocament didàctic, la matèria intenta superar la tradicional distinció entre teoria, pràctica i resolució de problemes. Els treballs pràctics proposats a l'alumnat adquiriran enfocaments diferents en funció dels objectius perseguits. Referent a això, convé considerar que l'ensenyament de la ciència abasta tres aspectes principals: d'una banda, l'aprenentatge de la ciència, adquirint i desenvolupant coneixements teòrics i conceptuals; en segon lloc, l'aprenentatge sobre la natura de la ciència, desenvolupant un enteniment de la natura i mètodes de la ciència, sent conscients de les interaccions complexes entre ciència i societat. Finalment, la pràctica de la ciència, desenvolupant els coneixements tècnics sobre la investigació científica i la resolució de problemes. Així doncs, la cobertura d'objectius tan diferents haurà de realitzar-se mitjançant una àmplia varietat d'experiències i situacions d'aprenentatge degudament seqüenciades.

D'altra banda, la matèria permet aprofundir en l'adquisició de les competències pròpies de matèria de Física i Química de 1r de batxillerat, i de Física de 2n i Química de 2n. Per a això,

han de dur-se a terme les experiències que el professorat considere oportú integrar en el currículum de la forma més coherent possible amb el cos de les matèries referides.

Les competències específiques seleccionades es relacionen amb aquells aspectes que són rellevants en les diferents etapes d'una investigació científica, i suposen un aprofundiment en aquelles competències de l'etapa de secundària que estan més estretament relacionades amb el raonament i l'argumentació. No obstant això, mentre en l'etapa de secundària obligatòria prevalen els aspectes qualitatius, aquesta matèria incideix en els aspectes quantitius i en la importància de realitzar un tractament adequat de les dades recollides.

Els sabers bàsics necessaris per a l'adquisició i desenvolupament de les competències específiques estan organitzats en sis blocs. És important assenyalar que aquesta distribució en blocs no n'implica una seqüenciació lineal. La realització de cada experiència pràctica requerirà la mobilització dels sabers de diversos blocs.

La proposta curricular inclou també un apartat de situacions d'aprenentatge, en el qual es formulen una sèrie de principis i criteris per al disseny de situacions i activitats d'aprenentatge propícies que afavorisquen l'adquisició i desenvolupament de les competències específiques, així com els criteris d'avaluació que han de permetre valorar el nivell de desenvolupament competencial aconseguït en l'adquisició de les competències específiques.

## 2. Competències específiques.

Totes les competències específiques de la matèria contribueixen a l'adquisició de la competència clau matemàtica i en ciència, tecnologia i enginyeria.

### 2.1. Competència específica 1.

Analitzar el fenomen a estudiar o la situació problemàtica a resoldre mitjançant una aproximació qualitativa i identificant les seues característiques principals.

#### 2.1.1. Descripció de la competència.

Abans d'abordar la resolució de qualsevol situació problemàtica, és fonamental discutir quin en pot ser l'interés. Aquesta discussió, a més d'afavorir una actitud més positiva, permetent una aproximació funcional a les relacions Ciència-Tècnica-Societat, contribueix a proporcionar una concepció preliminar de la tasca, evitant que els estudiants es veguen submergits en el tractament d'una situació sense haver pogut, si més no, formar-se'n una primera idea motivadora.

Serà necessari realitzar un estudi qualitatiu de la situació, intentant delimitar i definir de manera precisa el problema, prenent decisions sobre les condicions que es consideren rellevants. En aquesta fase caldrà emetre hipòtesis fonamentades sobre els factors dels quals pot dependre la magnitud buscada i sobre la forma d'aquesta dependència, imaginant, en particular, casos límit de fàcil interpretació física.

Aquesta competència es relaciona amb la competència personal, social i d'aprendre a aprendre, en la mesura que implica la interacció i la col·laboració amb uns altres de manera constructiva, acceptar diferents enfocaments i arribar a acords que permeten abordar la tasca.

### 2.2. Competència específica 2.

Dissenyar experiències per a la recollida de dades, aplicant el mètode de control de variables i tenint en compte l'error experimental associat a la mesura.

#### 2.2.1. Descripció de la competència.

Es requereix elaborar i explicitar possibles estratègies de resolució abans de procedir a la seua realització, per a possibilitar una contrastació rigorosa de les hipòtesis i mostrar la coherència amb el cos de coneixements de què es disposa.

El disseny de l'experiment implica definir els objectius d'aquest, identificar totes les possibles fonts de variació, especificar les mesures que es realitzaran i el procediment experimental. És, per tant, un procés complex que requereix una planificació adequada, incloent-hi una estratègia per a la recollida de dades. En aquest sentit, és fonamental comprendre que tota mesura porta associat un error, i conèixer-ne el valor és rellevant per a poder discutir els límits de validesa de l'estudi realitzat. És igualment rellevant dins del disseny la discussió sobre la manera de minimitzar aquest error experimental.

Abordar aquesta tasca requereix un treball de planificació en cooperació amb altres que contribueix especialment a l'adquisició de la competència emprenedora.

### 2.3. Competència específica 3.

Utilitzar els mètodes experimentals adequats i aplicar correctament les normes de seguretat del treball experimental.

#### 2.3.1. Descripció de la competència.

Abans d'iniciar qualsevol treball experimental, és fonamental conèixer el funcionament dels instruments, el procés de presa de mostres, les tècniques a utilitzar i les mesures de seguretat a aplicar durant el procés.

Aquesta competència requerirà de l'alumnat que sàpia desimboldre's amb soltesa i autonomia en un laboratori científic o en un espai exterior en el qual es desenvolupe el treball; per tant, contribueix a l'adquisició de la competència personal, social i d'aprendre a aprendre.

### 2.4. Competència específica 4.

Extraure conclusions degudament argumentades a partir de l'organització, representació i avaluació de les dades recollides i fer prediccions.

#### 2.4.1. Descripció de la competència.

Donar raons lògiques i matemàtiques per a fonamentar conclusions i defensar-les és un pas important per a arribar a comprendre que el raonament és més fiable que la intuïció, encara que aquesta ens porte a resultats correctes en algunes ocasions.

En el terreny científic, perquè l'argumentació estiga ben fonamentada, ha de secundar-se en les dades recollides, però les dades per elles mateixes no "parlen", si no es fa un treball previ que implica agrupar-les, representar-les i establir relacions entre elles.

Per a l'adquisició d'aquesta competència cal que existisca un estímul permanent a la interacció dialògica entre professorat i alumnat, a través del qual, juntament amb l'adquisició de nous coneixements científics, es produeix una intensa i extensa activitat argumentativa i d'exploració del pensament crític; per tant, contribueix especialment a l'adquisició de la competència en comunicació lingüística.

### 2.5. Competència específica 5.

Comunicar amb rigor i claredat les reflexions realitzades al llarg de tot el procés, així com les conclusions extretes, utilitzant un llenguatge adequat.

#### 2.5.1. Descripció de la competència.

En l'activitat científica les habilitats comunicatives tenen un paper destacat perquè l'activitat científica és, eminentment, una activitat discursiva. Parlant i discutint amb els companys i les companyes, els científics i les científiques (i l'alumnat) estan actuant sobre el món, igual que ho fan quan experimenten.

L'avanç tan espectacular de la ciència durant els últims segles ha sigut possible per l'intercanvi i compartició d'informació. Lluny de les èpoques en què els coneixements eren ocultats i restringits, les persones que investiguen són conscients de la importància de la

informació en el desenvolupament de les seues investigacions, ja que els permet conèixer aspectes relacionats amb aquestes, valorar nous aspectes útils i verificar els seus descobriments; per a això realitzen congressos, reunions, i publiquen els seus treballs en revistes especialitzades.

En el procés de comunicació, és important que l'alumnat utilitze amb profusió dibuixos, diagrames i equacions per a comunicar el fonament teòric del mètode proposat, i dibuixos seqüenciats per a mostrar cadascuna de les operacions del mètode experimental proposat. Especial atenció haurà de prestar-se a l'ús adequat de la terminologia, a l'escriptura correcta de les magnituds, taules i gràfics, a l'expressió adequada dels càlculs i de les xifres significatives correctes, d'acord amb la sensibilitat dels instruments utilitzats.

Aquesta competència contribueix especialment a l'adquisició de la competència en comunicació lingüística.

### 3. Sabers bàsics.

Els sabers bàsics seleccionats, agrupats en sis blocs, no constitueixen una seqüència d'unitats didàctiques, sinó que han de ser tractats, de manera transversal, en cadascun dels treballs experimentals proposats, que se seleccionaran d'acord amb criteris donats per a l'elaboració de situacions aprenentatge.

#### 3.1. Bloc 1: Elements d'un laboratori i normes d'ús.

- Distribució i organització del laboratori.
- Material bàsic de laboratori.
- Organització i emmagatzematge del material. Conservació i neteja.
- Tractament i gestió de residus.
- Normes bàsiques de seguretat.

#### 3.2. Bloc 2: La mesura.

- Importància de la mesura.
- Error en la mesura. Tipus d'errors i com minimitzar-los.

#### 3.3. Bloc 3: Operacions bàsiques

- Pesada.
- Volumetria.
- Preparació de dissolucions.
- Calibratge.
- Filtració.

#### 3.4. Bloc 4: Experiències controlades.

- Qualitatives/quantitatives.
- Per a confirmar una llei/Il·lustrar un principi.
- Per a calcular magnituds (ex. força de fricció).
- Per a establir correlacions.
- Per a sintetitzar compostos.

3.5. Bloc 5: Tractament de les dades. Gràfics i cerca de correlacions. Tractaments estadístics: mesures centrals i mesures de dispersió. Canvi de variables.

- Gràfics i cerca de correlacions.
- Tractaments estadístics: mesures centrals i mesures de dispersió.
- Canvi de variables.
- Linealització de gràfics.

3.6. Bloc 6. Característiques del discurs científic.

- Característiques generals: objectivitat, universalitat, especialització, precisió, verificabilitat.
- Modes del discurs científic i tipus d'escrits: exposició, argumentació i descripció.
- Trets lingüístics: sintaxi, vocabulari especialitzat.

4. Situacions d'aprenentatge.

Com a marc general de les situacions d'aprenentatge, amb l'objectiu d'atendre la diversitat d'interessos i necessitats de l'alumnat, s'incorporaran els principis del disseny universal, assegurant que no existeixen barreres que impedisquen l'accessibilitat física, cognitiva, sensorial i emocional per a garantir la seua participació i aprenentatge.

Cal ressaltar la conveniència del fet que la labor desenvolupada en els laboratoris escolars siga coherent amb l'activitat científica: els treballs pràctics han de cobrir totes les fases d'una investigació i no quedar-se reduïts a la part experimental.

- Es triaran situacions problemàtiques d'interés abordables amb els coneixements i equipament disponibles.
- Situacions que estimulen la reflexió que precedeix una investigació experimental.
- Se seleccionaran situacions amb tractaments que complementen aspectes qualitatius i quantitatius.
- Situacions que posen en pràctica la modelització, la qual cosa implica delimitar el problema a tractar, les condicions en què s'abordarà, les variables significatives i les conceptualitzacions rellevants, entre altres.
- Situacions que afavorisquen les activitats de síntesi (esquemes, memòries, recapitulacions) i la formulació de nous problemes.
- Situacions d'aprenentatge que impliquen diferents tipus d'experiències: experiències que il·lustren nocions teòriques, experiències d'investigació, experiències de disseny i síntesi, experiències per a adquirir entrenament en les tècniques de mesura.
- Situacions d'aprenentatge del camp de la física (mecànica, òptica, moviment ondulatori, electromagnetisme) i de la química (Reaccions àcid-base, equilibri, velocitat de reacció, electroquímica, termoquímica).
- Situacions que impliquen l'ús de simulacions.
- Situacions que impliquen el tractament de dades recollides de manera automatitzada per xarxes de diferents organismes, incloent-hi les dades provinents d'experiències de ciència ciutadana.

## 5. Criteris d'avaluació.

### 5.1. Competència específica 1.

Analitzar el fenomen a estudiar o la situació problemàtica a resoldre fent una aproximació qualitativa a aquells i identificant les seues característiques principals.

- 5.1.1. Raonar quin pot ser l'interés de la situació problemàtica abordada.
- 5.1.2. Realitzar un estudi qualitatiu de la situació, intentant delimitar i definir de manera precisa el problema, prenent decisions sobre les condicions que es consideren rellevants.
- 5.1.3. Formular hipòtesis fonamentades sobre els factors dels quals pot dependre la magnitud buscada i sobre la forma d'aquesta dependència, tot explorant, en particular, casos límit de fàcil interpretació física.
- 5.1.4. Elaborar, explicitar i discutir possibles estratègies de resolució abans de procedir a aquesta.

### 5.2. Competència específica 2.

Dissenyar experiències per a la recollida de dades, aplicant el mètode de control de variables i tenint en compte l'error experimental associat a la mesura.

- 5.2.1. Dissenyar i realitzar diferents experiències de laboratori analitzant fenòmens físics relacionats amb la mecànica, l'electricitat, l'òptica o les ones, mesurant diferents magnituds d'interés.
- 5.2.2. Dissenyar i realitzar diferents experiències de laboratori relacionades amb la química, com ara analitzar la presència d'elements o ions en una mostra, valorar-ne la concentració o mesurar propietats de les substàncies.
- 5.2.3. Dissenyar xicotetes investigacions aplicant el mètode de control de variables.
- 5.2.4. Elaborar a escala de laboratori alguns productes, relacionant-los amb la seua producció industrial.
- 5.2.5. Valorar els problemes de selecció de mostres, exactitud, precisió i incertesa durant la recollida, registre i anàlisi de dades.
- 5.2.6. Diferenciar la imprecisió absoluta de la relativa i els seus significats.
- 5.2.7. Calcular el valor i la imprecisió d'una mesura indirecta senzilla.
- 5.2.8. Usar la imprecisió relativa per a valorar la qualitat d'una mesura.

### 5.3. Competència específica 3.

Utilitzar els mètodes experimentals adequats i aplicar correctament les normes de seguretat del treball experimental.

- 5.3.1. Treballar en el laboratori amb respecte i compliment de les normes de seguretat.
- 5.3.2. Utilitzar de manera correcta els instruments de mesura i observació en el laboratori, i respectar les seues normes d'ús i conservació, i utilitzar sensors i programes informàtics per a recollir algunes mesures i processar-les.
- 5.3.3. Actuar de manera ordenada i sistemàtica en la recollida d'informació.

#### 5.4. Competència específica 4.

Extraure conclusions degudament argumentades a partir de l'organització, representació i avaluació de les dades recollides i fer prediccions.

- 5.4.1. Manejar les tècniques de càlcul, elaborar taules de valors i representacions gràfiques a partir de dades experimentals per a l'anàlisi dels resultats i l'extracció de les conclusions pertinents, usant per a això programes informàtics de càlcul.
- 5.4.2. Adaptar models ja coneguts a noves dades experimentals.
- 5.4.3. Obtindre la llei empírica que relaciona les variables representades en una gràfica.
- 5.4.4. Identificar els principis físics essencials que intervenen en un fenomen i fer-ne un model matemàtic.
- 5.4.5. Fer estimacions d'ordres de magnitud i, en conseqüència, fer aproximacions raonables que permeten simplificar el model sense perdre'n els aspectes essencials.
- 5.4.6. Justificar les respostes a preguntes plantejades seguint una seqüència clara i ordenada, relacionant-la amb l'anàlisi de les dades obtingudes.

#### 5.5. Competència específica 5.

Comunicar amb rigor i claredat les reflexions realitzades al llarg de tot el procés, així com les conclusions extretes, utilitzant un llenguatge adequat.

- 5.5.1. Elaborar memòries i informes utilitzant el vocabulari propi de la matèria, així com sistemes de notació i representació propis del llenguatge científic.
- 5.5.2. Comunicar de manera oral les reflexions i conclusions, i establir un diàleg, considerant diferents postures i acceptant-les o descartant-les de manera raonada.