



**Universitat**  
de les Illes Balears

## **TREBALL DE FI DE MÀSTER**

# **DISSENY D'UNA PROPOSTA DIDÀCTICA REUTILITZANT INSTRUMENTACIÓ DE LABORATORI EN DESÚS DEL DEPARTAMENT DE QUÍMICA DE LA UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS.**

**Pau Boned Vargas**

**Màster Universitari en Formació del Professorat**

**Especialitat/Itinerari de Física i Química**

**Centre d'Estudis de Postgrau**

**Any Acadèmic 2021-2022**

# **Disseny d'una proposta didàctica reutilitzant instrumentació de laboratori en desús del departament de Química de la Universitat de les Illes Balears.**

**Pau Boned Vargas**

**Treball de Fi de Màster**

**Centre d'Estudis de Postgrau**

**Universitat de les Illes Balears**

**Any Acadèmic 2021-2022**

Paraules clau del treball:

Treball pràctic, educació, Física i Química, laboratori

*Nom Tutora del Treball Iris Morey Serra*

*Nom Tutor del Treball Dr. Juan Frau Munar*

## **Resum**

Els treballs pràctics són una part essencial en l'ensenyament de les ciències i més en concret de la Física i la Química, la gran majoria de docents està d'acord amb aquesta afirmació. Així i tot, en l'educació actual és una eina que s'empra de manera molt puntual i de manera poc eficaç, ja que els treballs pràctics més comuns en ESO i Batxillerat són exercicis pràctics amb un guió tipus recepta. Fet que dificulta assolir molts dels objectius pels quals es preparen les pràctiques de laboratori.

En aquest Treball de Fi de Màster s'han dissenyat quatre treballs pràctics per les assignatures de Química i Física i Química amb el propòsit de millorar la motivació i l'interès de l'alumnat. Per dur a terme aquesta tasca, en primer lloc, s'ha fet una recerca bibliogràfica sobre els treballs pràctics. En segon lloc, s'ha proposat una col·laboració amb el departament de Química de la UIB pel préstec de material de laboratori en desús. En tercer lloc, s'ha fet un petit estudi per triar dos d'aquests aparells de laboratori que s'utilitzaran per fer els treballs pràctics. En darrer lloc, s'han dissenyat els treballs pràctics fent servir els aparells seleccionats.

El préstec de material per part del departament de Química de la UIB ens permet fer servir aparells que de manera general no es poden trobar als laboratoris dels centres escolars. A més a més, aquesta iniciativa es pot extrapolar a altres assignatures de ciències i contribuir al disseny de propostes didàctiques innovadores que despertin l'interès per la ciència i motiven a l'alumnat.

**Paraules clau:** Treball pràctic, educació, Física i Química, laboratori.

## Índex

Resum.....	3
1. Introducció.....	1
2. Objectius .....	3
3. Estat de la qüestió.....	4
3.1. El treball pràctic .....	4
3.2. Classificació dels treballs pràctics .....	7
3.3. Implementar les investigacions en l'ensenyament de ciències.....	10
3.4. Beneficis d'incorporar els treballs pràctics en les assignatures de ciències .....	12
3.5. Motius pels quals es fan poques pràctiques de laboratori en Física i Química .....	13
3.6. Tria d'aparells de laboratori del departament de Química de la UIB.....	14
3.7. Sistema de préstec del material de laboratori del departament de Química de la UIB.....	18
4. Desenvolupament de la proposta.....	20
4.1. Introducció .....	20
4.2. Pràctica amb el pH-metre (1): Es pot comercialitzar el vinagre de vi que tenim al laboratori? .....	21
4.3. Pràctica amb el pH-metre (2): Determinar el pH de mostres d'aigua de piscina i de cosmètics.....	27
4.4. Pràctica amb el fusiòmetre (3): Com podem caracteritzar els compostos sòlids cristal·lins orgànics? .....	33
4.5. Pràctica amb el fusiòmetre (4): Propietats de la matèria .....	38
5. Atenció a la diversitat .....	44
6. Conclusions.....	46

7. Referències bibliogràfiques .....	48
8. Annexos .....	52
Annex A .....	52
Annex B .....	53
Annex C .....	56
Annex D .....	59
Annex E .....	62
Annex F .....	65
Annex G .....	67

## 1. Introducció

La societat actual viu una revolució tecnològica sense precedents, de fet cada dia es produeixen avenços científics que poden implicar una millora en la qualitat de vida de les persones. Per aquest motiu, l'educació obligatòria ha de formar futurs ciutadans capaços d'entendre, opinar i participar en la presa de decisions d'aspectes relacionats amb la ciència i la tecnologia.

El desinterès dels estudiants i la falta de motivació per la ciència i la tecnologia és una realitat i és preocupant. Solbes et al. (2007) proposen un estudi per determinar si existeix desinterès cap a l'assignatura de Física i Química i les possibles causes, de l'estudi es pot extreure que un 70,8 % dels alumnes enquestats creuen que les classes de Física i Química són avorrides i difícils i un 85,5 % assenyala que existeixen poques pràctiques de laboratori. A la pregunta de què els agradaria fer en aquesta matèria, més d'un 50 % afirma que pràctiques de laboratori.

En un altre estudi elaborat per Marbà-Tallada i Márquez (2010) s'enquesta a alumnes de sext de primària fins a quart d'ESO. Les autores arriben a la conclusió que les ciències que s'imparteixen als centres escolar no augmenten l'interès de l'alumnat per la ciència. Els resultats obtinguts són pareguts als presentats per Vázquez i Manassero (2007) amb alumnes de les Illes Balears.

Aquest desinterès es veu reflectit en una disminució dels estudiants que trien la modalitat de ciència i tecnologia de Batxillerat, segons Esteve i Solbes (2017) ha disminuït en els darrers setze anys d'un 38% a un 20%. A més a més, segons l'Associació Espanyola per a la Digitalització (DigitalES, 2019) la demanda de professionals amb perfils STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematic*) no para de créixer. Existeix un elevat nombre de vacants en el sector tecnològic per falta de professionals qualificats. El nombre total d'universitaris matriculats en estudis STEM ha disminuït considerablement des del curs acadèmic 2005-2006, de manera preocupant en Enginyeria i Arquitectura (Ministerio de Universidades, 2022).

Les dades exposades en aquest apartat són preocupants, un dels objectius principals del treball de fi de màster és dissenyar treballs pràctics per captar l'atenció, motivar i despertar la curiositat dels alumnes de secundària i batxillerat sobre la ciència. Per aconseguir-ho es pretén fer servir aparells en desús del departament de Química de la Universitat de les Illes Balears, aparells que no solen tenir els centres educatius i que ens permetran treballar nous conceptes i millorar l'aprenentatge de l'alumnat.

## **2. Objectius**

Els objectius que es pretenen aconseguir amb el Treball de Fi de Màster són els següents:

- Despertar l'interès i la curiositat dels alumnes per la ciència a través de treballs pràctics per les assignatures de Física i Química i Química.
- Realitzar una recerca bibliogràfica sobre les destreses que es poden treballar i els objectius que es poden assolir amb els diferents tipus de treballs pràctics.
- Triar dos aparells en desús del catàleg del departament de Química de la Universitat de les Illes Balears per dissenyar diversos treballs pràctics.
- Dissenyar una proposta didàctica fent servir fusiòmetres i un pH-metre del departament de Química de la Universitat de les Illes Balears per a alumnes d'educació secundària obligatòria i de Batxillerat.



### **3. Estat de la qüestió**

#### **3.1. El treball pràctic**

La finalitat de la ciència és explicar els fenòmens del món que ens envolta amb l'elaboració de teories i models cada cop més universals i coherents, és a dir, aquestes teories són vàlides o representatives en un moment donat, però en el temps es poden modificar o substituir per altres que s'ajustin millor als nous descobriments. La ciència està en constant evolució, per aquest fet, els models han de ser capaços de predir nous esdeveniments i plantejar preguntes que permetin avançar cap a un millor coneixement del món material (Chalmers, 1992).

Arcà et al. (1990) afirmen que aprendre ciència implica canviar la manera de veure els fenòmens, de raonar, de parlar, d'experimentar i d'emocionar-se en relació amb ells, tot de forma simultània. Fernández et al. (2002) defensen que la separació entre aprenentatge conceptual i metodològic només pot debilitar l'aprenentatge de tots dos, i contribuir a visions deformades de la ciència. Precisament, un dels factors que han donat lloc a l'avenç de la ciència és la invenció i ús de nous instruments i tècniques que han ampliat el camp de la percepció humana. En canvi, en els centres escolars de vegades es pensa que és possible aprendre prescindint del coneixement de l'instrument o la tècnica que ha contribuït a la gènesi d'un model o teoria (Sanmartí et al., 2002). Per aquest motiu el treball pràctic juga un paper essencial en l'aprenentatge amb comprensió (aquell que podem justificar) de les ciències i de la naturalesa del coneixement científic (Martínez et al., 2012).

Caamaño (2003) i Sanmartí (2009) defineixen el treball pràctic com tota activitat d'ensenyament de les ciències en què els alumnes han de fer ús de determinats procediments per resoldre-les. Com per exemple: utilitzar materials, objectes, organismes amb la finalitat d'observar i analitzar distints fenòmens. Aquests procediments estan relacionats amb el treball de laboratori o de camp, però en un sentit més ampli poden englobar la resolució de problemes científics o

tecnològics de diferents característiques, on el professorat pot tenir un paper més o menys protagonista.

Quan es parla d'activitats de laboratori i de camp no es fa referència a l'ús d'una metodologia concreta, sinó a un repertori variat d'activitats, amb característiques en comú (Nieto i Chamizo, 2013):

- Requereix l'ús de material específic, encara que de vegades simplificat per facilitar-ne l'ús als alumnes.
- L'ambient de treball sol ser diferent de l'aula ordinària (camp, laboratori...), no obstant l'aula es pot utilitzar per fer treballs pràctics senzills.
- Impliquen l'ús de procediments científics de diferents característiques (observació, formulació d'hipòtesis, realització d'experiments, elaboració de conclusions, entre altres).
- La participació en el disseny i l'execució dels treballs pràctics per part dels alumnes pot variar molt.
- La manipulació de material de laboratori o les excursions augmenten el perill d'accidents, motiu pel qual s'ha d'adoptar mesures específiques per tractar de reduir els riscos.

El treball experimental té un rol fonamental, gairebé ningú dubta de la seva rellevància en l'ensenyament de la ciència i més en concret de la Física i la Química (Millar, 2004; Plarromaní, 2007). Ressalta, però, que en la majoria d'universitats la teoria s'ensenyava de manera aïllada de la pràctica; les matèries experimentals tenen menys pes en l'avaluació dels alumnes i són considerades per molts com a menys importants. També hi ha investigacions recents que mostren que el treball al laboratori, com es porta a terme actualment, dista molt d'aconseguir els objectius que es proposa. Aquest fet es veu reflectit de la mateixa manera en les assignatures de ciències a l'Educació Secundària Obligatòria i a batxillerat.

En els Decrets 34/2015 i 35/2015 pels quals s'estableix el currículum de l'Educació Secundària Obligatòria i del Batxillerat a les Illes Balears, en els objectius específics de les assignatures de Física i Química, Química i Física es

descriu que l'alumne ha de ser capaç de dissenyar i dur a terme activitats experimentals, emprant els mitjans disponibles, i parant especial atenció a les normes de seguretat i al tractament de residus. També ha de ser capaç d'emprar el mètode científic per abordar la solució de problemes teòrics o reals qualitius i quantitius mitjançant la formulació d'hipòtesis, la recerca d'informació, l'elaboració d'estratègies de resolució, el disseny d'experiments, el tractament de dades, l'anàlisi de resultats i l'elaboració dels corresponents informes. A més a més, en l'apartat d'orientacions metodològiques es fa especial menció als treballs pràctics.

Tradicionalment, s'ha considerat la realització de treballs pràctics com un indicador de qualitat de l'ensenyament de les ciències (Sanmartí et al., 2002). De fet, als centres escolars de molts països es dedica una altra proporció del temps a aquesta activitat d'ensenyament-aprenentatge. El treball pràctic és un fet destacat a les escoles de molts països on es dedica una alta proporció de temps a aquesta activitat d'ensenyament-aprenentatge. En països com el nostre els quals no estan en aquest nivell, el fet d'incrementar el treball pràctic es valora com un progrés.

En l'informe PISA (*Programme for International Student Assessment*) de 2019 Espanya queda per sota de la mitjana dels països que formen l'Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic (OCDE) en ciència i matemàtiques. A més a més, la diferència de nivell és major si comparem els resultats de països com Finlàndia o Estònia amb els d'Espanya. Aquests països dediquen molt de temps als treballs pràctics i és una part fonamental de l'ensenyament en ciències. Ara bé, els millors resultats de l'informe PISA en ciència d'aquests països no són només pel fet d'incorporar els treballs pràctics com a part essencial del sistema d'educació, existeixen molt de factors que poden influir en els resultats. Un bon exemple d'això és el fet que la prova PISA és de caràcter competencial i a Espanya una gran part dels centres educatius no es treballa de manera competencial.

Els resultats de l'informe PISA no deixen de ser un indicador més que demostren que dedicar més temps, optimitzar i innovar en els treballs pràctics pot implicar una millora en l'aprenentatge de la ciència dels alumnes d'ESO i Batxillerat.

### **3.2. Classificació dels treballs pràctics**

Els autors Woolnough i Allsop (1985) i de Gott et al. (1988) han fet una proposta de classificació dels treballs pràctics segons el tipus d'objectius que s'intentin aconseguir i la manera d'aconseguir-ho. Defineixen cinc tipus de treballs pràctics: experiments il·lustratius, experiments informatius, investigacions, ús d'habilitats bàsiques i activitats d'observació.

Caamaño (1992) fa una adaptació de la proposta dels autors abans esmentats en la qual modifica algunes definicions i n'afegeix de noves. A continuació, es descriu la classificació que fa Caamaño dels treballs pràctics:

**1. Experiències:** activitats pràctiques destinades a obtenir una familiarització perceptiva amb els fenòmens. Els objectius d'aquest tipus de treball pràctic són:

- L'adquisició d'experiència de primera mà sobre fenòmens del món físic, químic, biològic i geològic. Imprescindible per plantejar una comprensió teòrica d'ells.
- L'obtenció d'un potencial de coneixement subjacent que pugui ser utilitzat per resoldre problemes. Aquest potencial implícit s'assoleix directament de l'experiència en la resolució de problemes i no en el marc de la teoria.

Per exemple, una experiència pot ser observar els canvis que es produeixen en reaccions químiques (canvis de color, desprendiment d'un gas, formació d'un precipitat). En el cas de biologia es pot exemplificar amb l'observació d'organismes vius en el camp o en un laboratori.

**2. Experiments il·lustratius:** són activitats per exemplificar principis, comprovar lleis o millorar la comprensió de determinats conceptes operatius. Un bon exemple d'això pot ser preparar una demostració per comprovar la relació entre la pressió i el volum a temperatura constant.

**3. Exercicis pràctics:** Són activitats dissenyades per desenvolupar específicament:

- Habilitats pràctiques: fer mesures, manipulació d'aparells i material de laboratori.
- Estratègies d'investigació: tractament de dades, repetició de mesures, control de variables, disseny d'experiments i realitzar experiments.
- Destreses de comunicació: saber seguir instruccions per utilitzar aparells de laboratori, comunicar els resultats oralment i a través d'informes.
- Processos cognitius en un context científic: observació, classificació, emissió d'hipòtesis i aplicació dels conceptes teòrics.

Exemples d'aquest tipus de treball pràctic són aprendre a fer servir la balança, classificar distints sòlids a partir de les seves propietats i redactar un informe de laboratori.

**4. Experiments per contrastar hipòtesis:** són experiments per contrastar hipòtesis establertes pels alumnes o pel professor per a la interpretació de fenòmens. Una bona mostra és dissenyar un experiment per demostrar que la caiguda lliure d'un objecte no depèn de la massa.

**5. Investigacions:** Són activitats dissenyades per donar als alumnes l'oportunitat de treballar com els científics en la resolució de problemes. Dins de les investigacions podem diferenciar entre investigacions teòriques i investigacions pràctiques.

- Investigació teòrica: Dirigida a resoldre un problema teòric, és a dir, en el context d'una teoria o model. Per exemple: Quina relació existeix entre la pressió i el volum d'un gas?
- Investigació pràctica: L'objectiu és la comprensió procedimental de la ciència i no se centra en l'obtenció de coneixement teòric. Un exemple pot ser determinar quin detergent és més eficaç entre tres o quatre detergents de diferents marques comercials.

És important destacar que en molts de casos una activitat centrada en un concepte o procés determinat es pot plantejar com a experiència, experiment il·lustratiu, exercici pràctic, experiment per contrastar hipòtesis o una investigació, segons quin considerem que és l'objectiu principal del treball pràctic i el mètode a seguir. Així, la separació de la sal d'una dissolució de sal en aigua pot ser una experiència, si el que ens interessa és que els alumnes s'adonin que els sistemes homogenis poden estar formats per diferents components; d'un exercici pràctic, si la finalitat és aprendre la tècnica de separació; i d'una investigació, si la separació constitueix el mètode per resoldre el problema: l'aigua de l'aixeta és pura?, pel qual no es dona el procediment per trobar la solució (Caamaño, 2003).

La classificació de treballs pràctics segons l'objectiu o la finalitat que es vol aconseguir de Caamaño és una classificació més d'entre moltes, ja que en la bibliografia podem trobar diferents maneres de categoritzar els treballs pràctics. És cert que l'adaptació que fa aquest autor està amplament acceptada entre els docents o investigadors que estudien els processos d'ensenyament-aprenentatge relacionats amb la ciència i que busquen la innovació educativa dins l'aula. Farem ús d'aquesta manera de classificar i ens servirà de guia a l'hora de plantejar i proposar treballs pràctics.

### **3.3. Implementar les investigacions en l'ensenyament de ciències**

Diversos autors (Psillos, i Niedderer, 2002; Lunetta et al., 2007) amb estudis i investigacions sobre el tipus de treballs pràctics que es realitzen en el laboratori en l'Educació Secundària Obligatòria, batxillerat i estudis superiors arriben a les mateixes conclusions. Els treballs pràctics més comuns que es porten a terme en el laboratori són els exercicis pràctics, aquells en què els estudiants s'organitzen en parelles o en grups petits per treballar seguint instruccions molt precises sobre els mètodes, les anàlisis que han de fer i els materials que han d'emprar, és a dir, guions de pràctiques tipus recepta (Nieto i Chamizo, 2013; Marchesi, 2018).

El fet que la gran majoria de treballs pràctics que es duen a terme a l'aula siguin del tipus exercicis pràctics, restringeix als alumnes la possibilitat de dissenyar les activitats experimentals i de resoldre les dificultats que sorgeixin en el desenvolupament, l'examen crític dels resultats obtinguts, i tota la imaginació i creativitat que això implica. En altres paraules, implica que de manera paradoxal no estem aconseguint un dels objectius principals de la ciència associat als treballs pràctics, la capacitat de resoldre problemes (Martínez et al., 2012).

En els darrers anys s'està tractant d'introduir les investigacions en els centres escolars com a model de resolució de problemes, aquesta metodologia aporta una visió més actualitzada de la ciència i situa a l'alumne en una posició pareguda a la d'un científic novell, afavorint així l'adquisició de noves destreses i una millor formació científica (Martínez i Ibáñez, 2006). Aquest enfocament implica problematitzar, promoure l'elaboració de dissenys experimentals, plantejar preguntes que qüestionin el sentit comú, l'anàlisi de variables observables i teòriques, atendre l'error experimental, argumentar i reflexionar sobre el procés i els resultats obtinguts. En altres paraules, es treballen moltes destreses que amb les pràctiques tradicionals no es treballen (Rivarosa i Astudillo, 2013).

Els estudiants poden aprendre ciència i poden aprendre més sobre la ciència si porten a terme investigacions científiques ben dissenyades, amb l'ajuda d'un professional expert, el docent, com a guia per orientar als alumnes.

Un dels avantatges que ens permeten les investigacions és augmentar el grau d'obertura, es pot definir el grau d'obertura de les investigacions amb relació a (Caamaño, 2003):

1. La diversitat de les solucions (una única solució, diverses, desconeguda).
2. La diversitat d'estratègies possibles per a la seva solució.
3. Els aspectes que es deixen sota el control de l'alumne o el professor.

Sanmartí (2009) classifica les investigacions en quatre nivells diferents, segons els aspectes que controla el professor o l'alumne com es pot observar en la Taula 1.

**Taula 1.** Classificació de les investigacions segons el control que exerceix el professor o l'alumne sobre les diferents etapes de la investigació.

<b>Nivell</b>	<b>Problema</b>	<b>Mètode</b>	<b>Solució</b>
0	Professor	Professor	Professor
1	Professor	Professor	Alumne
2	Professor	Alumne	Alumne
3	Alumne	Alumne	Alumne

Si analitzem la Taula 1, en el nivell 0 el professor atorga a l'estudiant la pregunta, el procediment a seguir i els resultats que obtindrà. Es considera una investigació tancada en la qual l'alumne no té poder de decisió en les diferents etapes de la investigació. En el nivell 1 se'ls aporta el problema i el mètode i han de cercar les possibles solucions. Aquestes investigacions tenen un grau d'obertura. En el



nivell 2 el docent només presenta el problema i és l'alumne qui ha de cercar el procediment i trobar les solucions. Tenen un grau d'obertura major que el nivell 1. El nivell 3 es considera una investigació totalment oberta i de major dificultat, ja que l'alumne ha de formular la pregunta, cercar un procediment, analitzar les dades i descobrir una solució amb relació a uns conceptes de la part teòrica. Per tant, podem afirmar que a mesura que augmenta el grau d'obertura, augmenta la dificultat de la investigació i els estudiants adquireixen un paper més protagonista en el procés d'ensenyament-aprenentatge.

La dificultat de les investigacions depèn de molts factors, com poden ser: el grau d'obertura, complexitat dels aparells de mesura, el nombre de variables a controlar, el coneixement previ que és necessari per comprendre i resoldre el problema i el context en el qual es planteja el problema (Grau, 1994 citat per Caamaño, 2003). És imprescindible tenir en compte aquests aspectes a l'hora de plantejar investigacions, encara que el docent sempre pot graduar la dificultat mitjançant petites indicacions i suggeriments per avançar en la resolució del problema. En relació amb aquest fet, cada vegada es plantegen més investigacions guiades en les quals el professor a través de preguntes aconseguix que l'alumne plantegi hipòtesis, dissenyi el procediment, cerqui els materials necessaris i, en definitiva, trobi la solució del problema (Martínez et al., 2012).

### **3.4. Beneficis d'incorporar els treballs pràctics en les assignatures de ciències**

Els treballs pràctics són una part essencial en l'ensenyament de les ciències i més en concret de la Física i la Química, la gran majoria de docents està d'acord amb aquesta afirmació. Golombek (2008) defensa que la millor manera d'aprendre ciència és fent ciència.

A continuació, es presenten un seguit d'avantatges que proporcionen els treballs pràctics en l'ensenyament de les ciències (Caamaño, 1992 i 2003; Martínez et al., 2012; i Del Carmen, 2000):

- Són un element motivador per a l'alumnat.
- Afavoreixen la creació de bons hàbits de treball.
- Augmenta en els estudiants el sentiment de confiança en la seva capacitat per resoldre i fer front als problemes de la vida quotidiana.
- Ajuda a comprendre els conceptes, lleis i models.
- Permet adquirir destreses en l'ús d'instruments o aparells i en les tècniques de laboratori.
- Fomenta el treball en equip.
- Faciliten la comprensió de com s'elabora el coneixement científic i del seu significat.
- Poden generar actituds positives envers la ciència.

Tot i la gran quantitat d'avantatges que acabem d'anomenar el temps que dediquen els centres educatius a les activitats pràctiques sol ser reduït. En el següent apartat del treball abordarem aquest fet.

### **3.5. Motius pels quals es fan poques pràctiques de laboratori en Física i Química**

En la literatura podem trobar diversos motius i factors pels quals es fan poques pràctiques de laboratori en Física i Química i en general en les assignatures de ciències. Per un costat, els resultats de diverses investigacions defensen que no són sempre efectives, és a dir, que no sempre s'assoleixen els objectius desitjats. Un dels factors pels quals no s'assoleixen els objectius proposats és pel caràcter tancat de les pràctiques, ja que tradicionalment les pràctiques de laboratori es presentaven com un conjunt d'instruccions a seguir pels estudiants, sense temps per raonar que estaven fent i quin era l'objectiu del treball pràctic (Caamaño, 2003).

Es pot afirmar que les pràctiques de laboratori continuen essent un problema per resoldre des del punt de vista didàctic. A més a més, deixa palès la falta de formació i d'interès en la innovació i la investigació educativa per part del professorat. En aquest aspecte en els darrers anys s'ha generat un augment

progressiu d'oferta formativa pel professorat per adaptar el procés d'ensenyament-aprenentatge a la realitat actual (Lupi3n i Mart3n, 2016).

Un altre motiu un poc m3s subjectiu 3s la falta de motivaci3n del professor i la poca ajuda o implicaci3n per part del centre escolar, ja que la preparaci3n d'activitats pr3ctiques requereix una gran quantitat de temps, com tamb3 ho requereix solucionar els problemes que es puguin presentar despr3s de fer l'activitat (Del Carmen, 2000). La limitaci3n del temps a causa de l'extens contingut curricular 3s un altre factor a tenir en compte.

Caama3o afirma que el preu dels materials, dels reactius i dels aparells de laboratori s3n una causa m3s pel qual no s'utilitzen els treballs pr3ctics de manera sovint.

D'altra banda, la manca d'aules de tipus laboratori o per falta d'espai en molts de centres s'empren com a aules ordin3ries els laboratoris, per tant, la disponibilitat es veu molt redu3da.

Un factor important 3s l'elevat nombre d'alumnes que hi ha per grup i la falta de professors de suport per poder portar a terme les pr3ctiques. Una r3tio elevada alumnes-professor pot originar problemes de seguretat a l'hora de fer l'activitat pr3ctica.

Per acabar, un professor motivat sempre trobar3 la manera de poder realitzar pr3ctiques de laboratori, com per exemple: fent 3s de materials casolans o plantejant pr3ctiques m3s senzilles.

### **3.6. Tria d'aparells de laboratori del departament de Qu3mica de la UIB**

El departament de Qu3mica de la Universitat de les Illes Balears t3 una col·lecci3n de materials i aparells de laboratori sense utilitzar. La gran majoria del material est3 emmagatzemat i no se'n fa cap 3s, una petita part (instrumental de vidre, principalment) es troba exposat en els passadissos de l'edifici Mateu Orfila i Rotger de la UIB.

L'instrumental de laboratori disponible és equipament antic que s'ha renovat per aparells més moderns, però és funcional i es pot emprar per propostes com la d'aquest Treball de Fi de Màster.

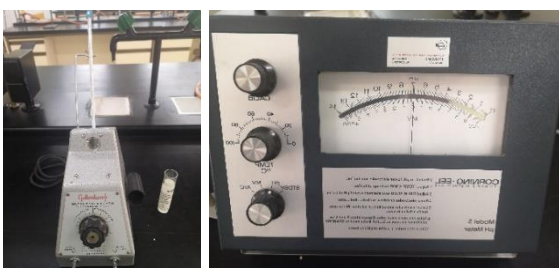
La primera passa ha estat fer una primera preselecció del material que segons el meu criteri pot resultar interessant i beneficiós per millorar l'aprenentatge dels alumnes d'ESO i Batxillerat. A més a més, s'ha tractat de cercar aparells que no són als laboratoris dels centres escolars de manera habitual. En la primera passa s'ha reduït als instruments que apareixen en la figura 1.



a)

b)

c)



d)

e)

**Figura 1.** Imatges de l'instrumental de laboratori preseleccionat: a) Refractòmetre, b) Polarímetre, c) Pila electroquímica, d) Fusiómetre i e) pH-metre.

La següent passa és relacionar els aparells amb el currículum de les assignatures de Física, Química i Física i Química d'ESO i Batxillerat, farem servir la Taula 2 per establir les relacions entre els diferents cursos, els continguts de les assignatures i els aparells de laboratori. D'aquesta manera ens facilitarà la tasca de triar dos instruments a partir dels quals desenvoluparem diversos treballs pràctics.

**Taula 2.** Continguts de les matèries que es poden treballar amb els instruments de laboratori preseleccionats.

<b>Instruments de laboratori</b>	<b>Assignatura/curs</b>	<b>Continguts</b>
Refractòmetre	Física 2n Batx.	Bloc 2: - Fenòmens ondulatoris: interferència i difracció, reflexió i refracció. - Dispersió.
pH-metre	Química 2n Batx.	Bloc 3: - Equilibri àcid-base. - Concepte d'àcid-base. - Volumetries de neutralització àcid-base. - Força relativa dels àcids i de les bases, grau de ionització. - Concepte de pH. Importància del pH a nivell biològic.
	Física i Química 1r Batx.	Bloc 3: - Estequiometria de les reaccions. Reactiu limitant i rendiment d'una reacció.
	Física i Química 4t d'ESO	Bloc 3: - Reaccions d'especial interès.
Polarímetre	Química 2n Batx.	Bloc 4: - Tipus d'isomeria. - Principals composts orgànics: d'interès biològic i industrial: materials polímers i medicaments.
Pila electroquímica	Química 2n Batx.	Bloc 3: - Concepte d'oxidació-reducció. Oxidants i reductors. Nombre d'oxidació. - Ajust redox pel mètode de l'ió-electró. - Estequiometria de les reaccions redox. - Potencial de reducció estàndard. - Aplicacions i repercussions de les reaccions d'oxidació reducció.
Fusiómetre	Química 2n Batx.	Bloc 2: - Enllaç químic - Enllaços presents en substàncies d'interès biològic. - Naturalesa de les forces intermoleculares.

	Física i Química 4t d'ESO	Bloc 2: - Enllaç químic: iònic, covalent i metàl·lic. - Forces intermoleculars.
	Física i Química 2n i 3r d'ESO	Bloc 2: - Propietats de la matèria. - Estats d'agregació. Canvis d'estat. - Substàncies pures i mesclades.

La Taula 2 resumeix els continguts que es poden treballar fent ús dels equips de laboratori triats. Si ens fixem en la columna de continguts, podem observar que no s'ha fet cap referència al bloc 1 del currículum de les diferents assignatures, el motiu ha estat per tractar de reduir la mida de la taula i destacar els continguts més relacionats amb els instruments i no tant en l'activitat científica.

Un fet que podem observar és que els continguts que predominen són els de Batxillerat, com que es tracta d'aparells que s'empren en la formació d'alumnes de graus de la branca científica és coherent que guarden relació amb els continguts de cursos superiors.

Per dur a terme aquest treball i dissenyar diversos treballs pràctics he triat el fusiòmetre i el pH-metre. Els motius principals de la meua elecció són els següents:

- Permeten treballar continguts de diferents cursos.
- Són instruments que els centres escolars no solen tenir a la seva disposició.
- Són senzills d'utilitzar.
- Permeten introduir nous conceptes (calibrar pH-metre)
- Són aparells més precisos
- Em resulten atractius de cara a millorar el procés d'ensenyament-aprenentatge dels alumnes d'ESO i Batxillerat.

### **3.7. Sistema de préstec del material de laboratori del departament de Química de la UIB**

Aquest apartat té per objecte proposar diversos procediments de préstec de material del departament de Química de la Universitat de les Illes Balears. Els diferents procediments que es descriuen són models de préstec que suggereixo de manera resumida, però que no s'han consultat amb la Universitat de les Illes Balears. És a dir, s'hauria de fer un estudi complet amb la UIB i comprovar-ne la viabilitat.

La primera proposta consistiria a tenir un responsable del departament de Química de la UIB que seria l'encarregat de fer els préstecs als docents. En un horari establert estaria disponible per atendre les propostes, adjudicar el material i fer l'entrega (els docents s'haurien de desplaçar fins a l'edifici Mateu Orfila i Rotger de la UIB). La sol·licitud de material s'hauria de fer amb almenys una setmana d'antelació i s'hauria d'aportar la documentació requerida (Annex A). En la pàgina web del departament de Química de la UIB es penjaria el catàleg del material disponible (ja elaborat per un alumne col·laborador) on es podria veure una imatge de l'equip i la quantitat d'aparells que té la universitat.

En la segona proposta un tècnic de laboratori o un responsable seria l'encarregat d'entregar i recollir els aparells en els mateixos centres escolars. En aquesta proposta els docents dels centres no s'haurien de desplaçar i facilitaria el procés de préstec. Això, podria donar peu a què més professors s'animessin a participar en la iniciativa. Un avantatge que podria tenir aquesta proposta és que la persona encarregada del material podria ensenyar com funcionen els aparells en els laboratoris dels centres i resoldre qualsevol dubte. Un inconvenient és que per portar a terme aquesta proposta es necessitarien més recursos que l'anterior proposta.

La tercera i última proposta consistiria a anar rotant el material entre centres col·laboradors de la UIB, es podria fer el préstec de dos aparells del departament de Química de la UIB a cada centre a l'inici del curs i que cada mes s'intercanviessin entre els centres els aparells. S'hauria de fer un sorteig per

repartir els aparells i establir un calendari per saber les dates d'intercanvi i l'ordre dels centres. Cada centre hauria de tenir un encarregat del material que hauria de comprovar que el material està en bones condicions. El fet de rebre cada mes dos aparells de la UIB es podria afrontar com una dificultat o com un repte positiu, ja que haurien d'enquadrar l'ús dels aparells amb les seves programacions.

Per les tres propostes els sol·licitants de material haurien d'omplir el formulari i adjuntar la documentació que apareix en l'Annex A.

### **Condicions del préstec de material de laboratori:**

- L'ús del material prestat seria personal i intransferible.
- L'ús del material estaria restringit exclusivament a finalitats de docència.
- El material es tornaria en les mateixes condicions de lliurament. El professor hauria de comunicar qualsevol desperfecte. La persona encarregada del material comprovaria l'estat d'aquest una vegada feta l'entrega.
- En cas de mal ús del material es podria sancionar al docent impedit l'accés a aquest servei.
- El departament de Química de la UIB no es faria responsable, en cap cas, de l'ús que faci l'usuari del material que té prestat.
- El temps màxim de préstec seria de trenta dies naturals.

El docent acceptaria i es comprometria a complir les condicions d'ús del material anteriorment exposades.



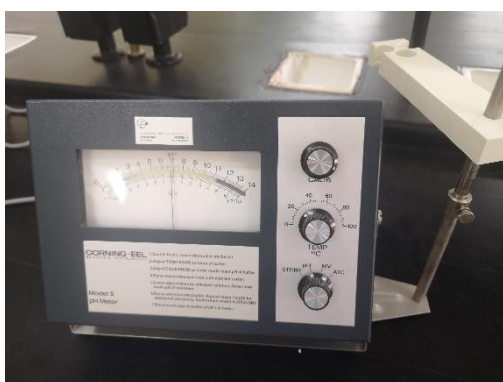
## 4. Desenvolupament de la proposta

### 4.1. Introducció

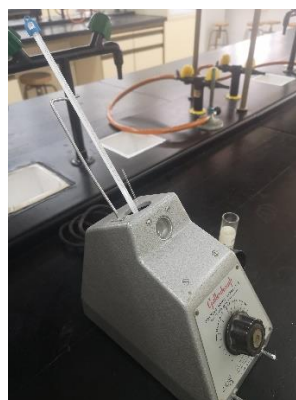
Els treballs pràctics que es descriuen en l'apartat quatre del treball són possibles gràcies a la col·laboració amb el departament de Química de la UIB. La Facultat de Química mitjançant un sistema de préstecs d'aparells de laboratori, descrit breument en el punt 3.7 del treball, permetria als alumnes d'ESO i Batxillerat dels centres escolars desenvolupar les pràctiques de laboratori que s'expliquen en els següents subapartats.

Els aparells triats han estat el fusiòmetre i el pH-metre (Fig. 2) a través d'un petit estudi (subapartat 3.6). Són estris que no es poden trobar de manera habitual als centres escolars i ens permeten treballar conceptes nous, com pot ser: la importància de calibrar els aparells de laboratori. A més a més, són aparells que atorguen alta precisió i exactitud en els resultats, fet que ens possibilita fer les mesures necessàries per representar gràficament la corba de valoració àcid-base. Un altre aspecte important és que poden ser una font de motivació per a l'alumnat.

S'han dissenyat dos treballs pràctics emprant el pH-metre per segon de Batxiller i quart d'ESO i altres dos fent ús del fusiòmetre per quart i segon o tercer d'ESO.



a)



b)

**Figura 2.** Imatges dels aparells de laboratori de la UIB: a) pH-metre i b) fusiòmetre

## **4.2. Pràctica amb el pH-metre (1): Es pot comercialitzar el vinagre de vi que tenim al laboratori?**

### **4.2.1. Contextualització**

La Pràctica de laboratori 1 és una proposta per l'assignatura de Química de segon de Batxiller, dins del currículum d'aquesta assignatura trobem quatre grans blocs de continguts: bloc 1. L'activitat científica, bloc 2. Origen i evolució dels components de l'univers estructura de la matèria. L'àtom, la taula periòdica i l'enllaç químic, bloc 3. Reaccions químiques i bloc 4. Síntesi orgànica i nous materials. Aquest treball pràctic el podem emplaçar dins del bloc 3. Reaccions químiques (Decret 35/2015).

És difícil situar dins d'un curs acadèmic en quin trimestre es pot realitzar la Pràctica 1, dins de quina unitat didàctica la podem emmarcar i l'ordre d'aquesta respecte de les altres unitats didàctiques, atès que cada centre té llibertat per dissenyar la seva programació didàctica sempre que es respecti el Decret 35/2015, de 15 de maig, pel qual s'estableix el currículum del batxillerat a les illes balears. Per aquest motiu, situaré la Pràctica 1 dins d'una unitat didàctica anomenada àcid-base que recull els següents continguts del bloc 3: Equilibri àcid-base, concepte d'àcid-base, teoria de Brønsted-Lowry, força relativa dels àcids i de les bases, grau de ionització, equilibri iònic de l'aigua, concepte de pH, importància del pH a escala biològica, volumetries de neutralització àcid-base, estudi qualitatiu de la hidròlisi de sals, estudi qualitatiu de les dissolucions reguladores de pH, àcids i bases rellevants en l'àmbit industrial i de consum i problemes mediambientals.

### **4.2.2. Continguts**

Els continguts més importants que es treballen en la Pràctica 1 són:

- Força relativa dels àcids i de les bases
- Concepte de pH
- Volumetries de neutralització àcid-base

### 4.2.3. Objectius i competències clau

En la Pràctica 1 es planteja un problema, per trobar la solució a aquest problema els alumnes han de conèixer i entendre diferents conceptes vists en la teoria i ser capaços de portar-ho a la pràctica. En la Taula 3 es descriuen els principals objectius del treball pràctic i les competències que es treballen.

**Taula 3.** Descripció dels objectius i competències que es treballen i es pretenen aconseguir en la Pràctica 1.

Objectius	Competències
<ul style="list-style-type: none"><li>- Determinar si el vinagre de vi del laboratori compleix la norma de qualitat per poder comercialitzar-se</li><li>- Saber plantejar el procediment per portar a terme una valoració àcid-base d'una dissolució de concentració desconeguda</li><li>- Representar gràficament una corba de valoració àcid-base</li><li>- Mesurar de manera quantitativa i qualitativa el pH d'una dissolució.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aprendre a aprendre</li><li>- Competència matemàtica i competències bàsiques en ciència i tecnologia</li><li>- Comunicació lingüística</li><li>- Competència digital</li></ul>

### 4.2.4 Classificació del treball pràctic

El propòsit principal del treball pràctic és descobrir si el vinagre de vi compleix la norma de qualitat per a la seva comercialització, per aquest motiu podem classificar la pràctica com un treball d'investigació guiat (es presenten diverses qüestions per facilitar a l'alumnat el plantejament de la investigació). Podem classificar la Pràctica 1 de laboratori en un nivell 2 si prenem com a referència la classificació de la Taula 1 del present treball. El professor planteja un problema en forma de qüestió (Es pot comercialitzar el vinagre de vi que tenim al laboratori?) i és l'alumne qui ha de cercar el procediment i les solucions, per tant, es tracta d'un treball pràctic amb un elevat grau d'obertura.

#### **4.2.5. Elecció de la temàtica i avantatges de l'ús del pH-metre de la UIB**

He plantejat la pràctica de laboratori al voltant del vinagre de vi per diverses raons: primer, tots els alumnes tenen a casa seva vinagre, cosa que permet relacionar els continguts d'àcid-base amb la seva vida quotidiana; segon, podem demostrar la importància de la química i la utilitat que té en el seu dia a dia, en aquest cas, la valoració àcid-base per determinar si es pot comercialitzar un producte de consum diari; en darrer lloc, es tracta d'un producte econòmic i poc perillós.

El pH-metre del departament de Química ens permet introduir nous conceptes que fins ara no s'havien treballat, com per exemple la importància de calibrar els equips de laboratori. També possibilita la mesura de pH de manera molt precisa i ens permet dibuixar una corba de valoració àcid feble i base forta. A més a més, de la motivació que pot generar en els alumnes l'ús d'equipament que fan servir els científics en les seves investigacions.

La temàtica triada i l'ús del pH-metre tenen el propòsit de despertar l'interès de l'alumnat i d'augmentar-ne la motivació.

#### **4.2.6. Desenvolupament de la pràctica**

Per portar a terme aquest exercici pràctic el docent haurà de fer una preparació prèvia.

El professor ha de preparar una dissolució de 500 mL NaOH 1 M. També, ha de comprovar que té el material necessari i en bon estat per realitzar la pràctica.

La Pràctica 1 la podem desglossar en diverses etapes:

Etapa 1: Separar per parelles als alumnes en el laboratori de química del centre escolar (Part A) i preparar els tres grups de 5-6 alumnes (Part B).

Etapa 2: Entregar el guió de la Pràctica 1 (Annex B). Els alumnes han de contestar les qüestions de l'apartat comença pensant amb l'ajuda i guia del professor. En les últimes qüestions d'aquest apartat han de proposar un

procediment experimental i cercar els materials necessaris, per acabar, s'arribarà a un consens entre tots per fer el mateix procediment.

Etapa 3: Els alumnes en parelles faran la part A del procediment i en grups de 5-6 persones la part B de la pràctica. La part A s'ha de fer un mínim de dues vegades i la part B s'ha de fer només una vegada. El procediment A i B de l'experiment s'explica en el següent subapartat.

Etapa 4: Anàlisis i discussió dels resultats i dels càlculs del treball d'investigació i de les preguntes que apareixen al final del guió de la Pràctica 1 (Annex B). Les qüestions del final que no s'acabin s'han de respondre a casa.

#### **4.2.7. Procediment**

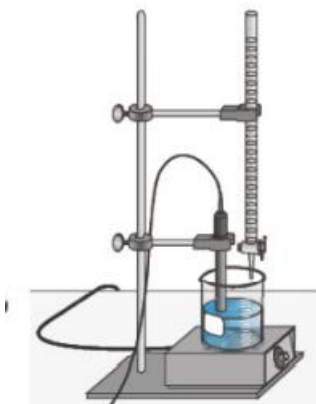
##### **Part A**

- La dissolució de valorant estarà preparada (NaOH 1,0 M).
- Enrasar la bureta amb la dissolució de valorant.
- Agafar 10 mL de vinagre de vi i diluir en aigua destil·lada fins a un volum final de 30 mL dins un matràs erlenmeyer. Agitar bé.
- Afegir tres gotes de l'indicador seleccionat.
- Valorar la dissolució problema, afegint gota a gota el valorant, fins que l'indicador canviï de color. Podem considerar que el punt final és aquell en què el color perdura més de 10 segons. Anotar el volum consumit.

##### **Part B**

- Calibrar el pH-metre
- Enrasar la bureta amb la dissolució de valorant.
- Agafar 10 mL de vinagre de vi i diluir en aigua destil·lada fins a un volum final de 30 mL dins un matràs erlenmeyer. Agitar bé.
- Valorar la dissolució problema, afegint gota a gota el valorant (Agitar bé). En intervals de 0,5 mL s'ha d'introduir l'elèctrode del pH-metre dins de la dissolució sense tocar el vas de precipitats per mesurar el pH (Fig. 2). Una

vegada assolit el punt final aboca 1,5 mL més de valorant i pren les mesures corresponents. Anotar el volum afegit i les mesures de pH.



**Figura 3.** Muntatge de la valoració amb el pH-metre.

#### 4.2.8. Temporalització

A continuació, es proposa el nombre de sessions que són necessàries per portar a terme la Pràctica 1. S'ha de tenir en compte que cada sessió són cinquanta minuts.

**Taula 4.** Sessions necessàries per realitzar la Pràctica 1.

<b>Etapa</b>	<b>Temps</b>
1	1a. Sessió
2	
3	2a. Sessió
4	3a. Sessió

#### 4.2.9. Materials i reactius

Taula 5. Materials i reactius necessaris per fer la Pràctica 1.

Materials	Reactius
<ul style="list-style-type: none"><li>- Bureta</li><li>- Matràs erlenmeyer</li><li>- vas de precipitats</li><li>- Pipeta 10 mL</li><li>- Matràs aforat</li><li>- Espàtula</li><li>- Embut</li><li>- Vareta</li><li>- Flascó rentador</li><li>- Suport, pinces i nou</li><li>- pH-metre</li><li>- Balança</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- NaOH 1 M</li><li>- Indicador àcid-base</li><li>- Vinagre de vi</li><li>- Aigua destil·lada</li><li>- Dissolucions tampó de pH 4 i 7 per a calibrar el pH-metre</li></ul>

#### 4.2.10. Disseny del guió del treball pràctic

El guió de la Pràctica 1 el podem dividir en cinc parts:

1. Títol de la pràctica de laboratori: és el plantejament del problema a resoldre en forma de qüestió.
2. Introducció: En aquest apartat es contextualitza de manera breu la pràctica i es facilita informació sobre la normativa necessària per resoldre el problema, així facilitem la tasca dels alumnes i reduïm el temps de recerca.
3. Comença pensant: són qüestions ordenades de manera que les primeres són conceptes teòrics més senzills i que no tenen prerequisits i a mesura que avança trobem preguntes més complexes amb més prerequisits per arribar a dissenyar un procediment per resoldre el problema. És una ajuda en forma de preguntes perquè l'alumne s'adoni de com vol desenvolupar la investigació i quins materials necessita.

4. Recollida de dades: En aquest cas és un espai en blanc on els alumnes han d'anotar les observacions i les mesures que fan durant el treball d'investigació. Se sol utilitzar un format de taules.

5. Anàlisi de resultats i qüestions: Són preguntes que conviden a la reflexió i ens indiquen si s'ha entès el que s'ha fet en la pràctica i si l'alumne és capaç d'analitzar i interpretar els resultats que ha obtingut per trobar solució a la qüestió del títol del treball d'investigació.

#### **4.2.11. Avaluació**

Per avaluar la Pràctica 1 s'ha tingut en compte els següents criteris d'avaluació de bloc 1 i 3 del currículum de l'assignatura de Química de segon de Batxillerat:

1. Fer interpretacions, prediccions i representacions de fenòmens químics a partir de les dades d'una investigació científica i obtenir-ne conclusions.
2. Fer servir els càlculs estequiomètrics necessaris per dur a terme una reacció de neutralització o volumetria àcid-base.
3. Explicar les reaccions àcid-base, la importància d'alguna d'elles i les seves aplicacions pràctiques.

S'emprarà una llista de control per avaluar les habilitats i destreses dels alumnes dins del laboratori (Annex G), és a dir, si treballen de manera adequada, tenen el lloc de treball ordenat i segueixen les normes del laboratori, etc. A més a més d'una rúbrica per avaluar l'informe de laboratori (Annex F).

### **4.3. Pràctica amb el pH-metre (2): Determinar el pH de mostres d'aigua de piscina i de cosmètics**

#### **4.3.1. Contextualització**

La Pràctica de laboratori 2 és una proposta per l'assignatura de Física i Química de quart d'ESO, emmarcada en el Bloc 3. Els canvis (Decret 34/2015).



Ubicaré la Pràctica 2 dins de la unitat didàctica anomenada reaccions químiques, dins d'aquesta unitat didàctica es treballen els conceptes de: reaccions i equacions químiques; Mecanisme, velocitat i energia de les reaccions; i reaccions d'especial interès. Per poder portar a terme aquest treball pràctic és imprescindible conèixer el funcionament i les normes de seguretat del laboratori (continguts de cursos anteriors, bloc 1. L'activitat científica). S'ha de fer un petit repàs en començar el quart curs per tractar de reduir al mínim les incidències dins del laboratori.

#### 4.3.2. Continguts

Els continguts més importants que es treballen en la Pràctica 2 són:

- Força relativa dels àcids i de les bases
- Concepte de pH
- Àcids i bases rellevants a escala industrial i de consum

#### 4.3.3. Objectius i competències clau

En la Taula 6 es descriuen els principals objectius del treball pràctic i les competències que es treballen.

**Taula 6.** Descripció dels objectius i competències que es treballen i es pretenen assolir en la Pràctica 2.

<b>Objectius</b>	<b>Competències</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aprendre a determinar de manera quantitativa i qualitativa el pH d'una dissolució.</li> <li>- Conèixer la importància del pH en la vida quotidiana.</li> <li>- Adquirir experiència en l'ús de material de laboratori respectant les normes de seguretat.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aprendre a aprendre</li> <li>- Competència matemàtica i competències bàsiques en ciència i tecnologia</li> <li>- Comunicació lingüística</li> <li>- Competències socials i cíviques</li> </ul>

#### **4.3.4 Classificació del treball pràctic**

La Pràctica 2 la podem classificar com un exercici pràctic, ja que l'objectiu principal és aprendre a determinar el pH de diverses dissolucions fent ús de diferents reactius/instruments (pH-metre, indicador natural, paper de pH...), és a dir, és una activitat dissenyada per desenvolupar habilitats pràctiques.

L'exercici pràctic és un treball pràctic tancat que segueix el model de pràctiques de laboratori clàssic o tradicional, el docent entrega un guió amb el plantejament del problema, el procediment experimental (exceptuant l'apartat EXP1 on han de dissenyar un senzill experiment), els materials i l'alumne només ha de cercar la solució d'una variable. Dit d'una altra manera, és el professor qui controlar quasi tots els aspectes de la pràctica de laboratori.

#### **4.3.5. Elecció de la temàtica i avantatges de l'ús del pH-metre de la UIB**

L'exercici pràctic es troba plantejat al voltant dels cosmètics i de l'aigua de piscina perquè són exemples clars on el pH juga un paper important. A més, els estudiants ja tenen associacions establertes entre els continguts i aquests exemples, sobretot amb les piscines, per tant, és una bona manera de contextualitzar la Pràctica 2 pels alumnes de quart d'ESO.

El pH-metre del departament de Química ens permet introduir nous conceptes, com per exemple la importància de calibrar els instruments de laboratori. Així mateix, ens permet mesurar el pH de les dissolucions de manera molt precisa. Aprendre a utilitzar un equip com el pH-metre és una font de motivació i pot ajudar a despertar l'interès dels estudiants.

#### **4.3.6. Desenvolupament de la pràctica**

Per portar a terme aquest exercici pràctic el docent haurà de fer una preparació prèvia.

En primer lloc, el professor ha de preparar la dissolució de l'indicador natural amb fulles de col lombarda. El procediment és senzill, s'ha d'afegir una fulla de col lombarda esmicolada dins d'un vas de precipitats amb aigua (200 mL) i portar a

ebullició, després d'uns 10 minuts deixar refredar i filtrar. Ja tenim la dissolució d'indicador natural preparada.

En segon lloc, haurà de preparar 250 mL de tres dissolucions de diferents pH per simular mostres d'aigua de piscina. La primera dissolució ha de tenir un  $\text{pH} \geq 8,5$ , la segona dissolució ha de tenir un pH entre 7,2 i 8 i la tercera ha de tenir un  $\text{pH} \leq 5,5$ . Per preparar les dissolucions fes servir qualsevol àcid o base disponible al laboratori del centre escolar. S'etiquetarà les dissolucions amb nombres diferents (1, 2 i 3) pels quatre experiments.

En tercer lloc, preparar dues dissolucions de 250 mL de qualsevol cosmètic d'ús quotidià, pot ser un dentífric, una crema facial o un protector labial. Preparar una dissolució diluïda al 10 %. S'etiquetarà les dissolucions amb lletres diferents pels tres experiments (A i B).

Per acabar, el docent ha de comprovar que té el material suficient i en bon estat per realitzar la pràctica.

Per portar a terme la Pràctica 2 el docent ha de separar en grups de 2-3 persones a la classe i dividir l'espai del laboratori en quatre zones de treball diferents. En cada zona de treball es farà un dels experiments (EXP 1, EXP 2, EXP 3 i EXP 4). En cada lloc de treball hauran de fer feina dos grups a la vegada. Els grups han d'anar rotant fins a completar els quatre experiments. El docent a l'inici de la classe entregarà el guió de la Pràctica 2 (Annex C). Supervisarà el correcte funcionament de la classe, prestant especial atenció al maneig que fan els alumnes del pH-metre i al petit experiment que han de dissenyar en l'experiment A. Les qüestions del final del guió es poden començar a resoldre si sobra temps en qualsevol experiment i s'han d'acabar a casa.

#### **4.3.7. Procediment**

La Pràctica 2 consta de quatre experiments (EXP 1, EXP 2, EXP 3 i EXP 4). Els alumnes tindran en el guió de la pràctica (Annex C) el procediment a seguir per cada experiment, llevat d'un petit disseny experimental que haurà de plantejar l'alumnat en l'experiment 1.

El disseny que ha de plantejar l'alumnat és molt senzill: En un tub d'assaig han d'abocar una gota d'un àcid fort diluït amb aigua i afegir una gota de l'indicador natural. S'ha de repetir el mateix procés amb un àcid dèbil, base forta, base feble i un sense res, només amb aigua de l'aixeta. Així, es pot comprovar experimentalment el color que té l'indicador segons el pH de les dissolucions.

#### 4.3.8. Temporalització

Per realitzar cada experiment de la Pràctica 2 disposarem de 15-20 minuts, en els experiments més curts els alumnes han d'aprofitar per avançar en l'apartat de les qüestions. Per tant, per dur a terme aquest exercici pràctic necessitarem una sessió i mitja, atès que cada sessió són cinquanta minuts.

#### 4.3.9. Materials i reactius

Taula 7. Materials i reactius necessaris per fer la Pràctica 2.

Materials	Reactius
<ul style="list-style-type: none"> <li>- vas de precipitats</li> <li>- Comptagotes</li> <li>- Matràs aforat</li> <li>- Espàtula</li> <li>- Embut</li> <li>- Vareta</li> <li>- Flascó rentador</li> <li>- Suport, pinces i nou</li> <li>- pH-metre</li> <li>- Balança</li> <li>- Tubs d'assaig</li> <li>- Placa calefactora</li> <li>- Gradeta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- NaOH</li> <li>- Indicadors àcid-base (Vermell de fenol, fenolftaleïna, taronja de metil...)</li> <li>- HCl</li> <li>- CH<sub>3</sub>COOH</li> <li>- NH<sub>3</sub></li> <li>- Paper de pH</li> <li>- Aigua destil·lada</li> <li>- Dissolucions tampó de pH 4 i 7 per a calibrar el pH-metre</li> <li>- Fulla de col llombarda</li> <li>- Dentífric</li> <li>- Crema facial</li> </ul>

#### **4.3.10. Disseny del guió del treball pràctic**

En el guió de l'Exercici Pràctic 2 (Annex C) podem diferenciar sis parts:

1. Títol de la pràctica de laboratori: descriu en una línia el propòsit del treball pràctic.
2. Introducció: en aquesta secció es fa una breu descripció de la rellevància que té el pH en les piscines i els cosmètics, serveix per a contextualitzar l'activitat.
3. Materials: s'enumeren els instruments, aparells i reactius necessaris per dur a terme la pràctica. Els alumnes podem comprovar que tenen a la seva disposició tot el material que necessiten.
4. Procediment: és una descripció pas a pas que han de seguir els alumnes per fer l'experiment i trobar la solució, a aquest tipus de procediment tan detallat se l'anomena tipus recepta. En el treball pràctic se segueix un procediment tipus recepta, exceptuant una part de l'EXP 1.
5. Recollida de dades: En aquest cas se'ls atorga als alumnes una taula on poden anotar les observacions i les mesures que fan durant la pràctica de laboratori.
6. Anàlisi de resultats i qüestions: Són preguntes que conviden a la reflexió i ens indiquen si s'ha entès el que s'ha fet en la pràctica i a relacionar els continguts amb la vida quotidiana.

#### **4.3.11. Avaluació**

L'avaluació de la pràctica de laboratori 2, s'ha centrat al voltant dels següents criteris d'avaluació i estàndards d'aprenentatge del bloc 3 del currículum de l'assignatura de Física i Química de quart d'ESO:

1. Identificar àcids i bases, conèixer el seu comportament químic i mesurar la seva força fent servir indicadors i el pH-metre digital.
2. Estableix el caràcter àcid, bàsic o neutre d'una dissolució emprant l'escala de pH.

3. Valorar la importància de les reaccions de neutralització en processos biològics, aplicacions quotidianes i en la indústria.

S'emprarà una llista de control per avaluar les habilitats i destreses dels alumnes dins del laboratori (Annex G). Dit d'una altra manera, si treballen de manera adequada, tenen el lloc de treball ordenat i segueixen les normes del laboratori, etc. A més a més, cada grup o parella ha d'entregar les preguntes que apareixen al final del guió de la Pràctica 2 (Annex C).

#### **4.4. Pràctica amb el fusiòmetre (3): Com podem caracteritzar els compostos sòlids cristal·lins orgànics?**

##### **4.4.1. Contextualització**

El Treball Pràctic 3 és una proposta per l'assignatura de Física i Química de quart d'ESO, aquesta pràctica de laboratori la podem enquadrar dins del bloc 2, la matèria, del currículum d'ESO de les Illes Balears (Decret 34/2015).

Podem situar la pràctica dins d'una unitat didàctica amb els següents continguts: Models atòmics; sistema Periòdic i configuració electrònica; enllaç químic: iònic, covalent i metàl·lic; i forces intermoleculares. També és imprescindible conèixer el funcionament i les normes de seguretat del laboratori.

##### **4.4.2. Continguts**

Els continguts més importants que es treballen en la Pràctica 3 són:

- Enllaç químic: iònic, covalent i metàl·lic
- Forces intermoleculares
- Errors en la mesura

##### **4.4.3. Objectius i competències clau**

En la Taula 8 es descriuen els principals objectius del treball pràctic i les competències que es treballen.

**Taula 8.** Descripció dels objectius i competències que es treballen i es pretenen assolir en la Pràctica 3.

Objectius	Competències
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caracteritzar substàncies a partir del punt de fusió.</li> <li>- Relacionar el tipus d'enllaç i les forces intermoleculars amb les propietats intrínseques.</li> <li>- Treballar l'error absolut i l'error relatiu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aprendre a aprendre</li> <li>- Competència matemàtica i competències bàsiques en ciència i tecnologia</li> <li>- Comunicació lingüística</li> <li>- Competència digital</li> </ul>

#### 4.4.4 Classificació del treball pràctic

La Pràctica 3 és un treball d'investigació guiat, perquè el propòsit principal és plantejar un experiment per identificar quines són les substàncies que hi ha dins dels recipients sense etiquetar i per trobar la solució es proposen preguntes a l'inici per facilitar aquest procés.

Segons la Taula 1 podem classificar la pràctica com un nivell 2, ja que el professor és qui planeja un problema, però l'alumne ha de dissenyar un procediment experimental, cercar els materials i trobar una solució al problema plantejat. És cert que en l'enunciat del problema (introducció del guió de la pràctica) se'ls simplifica el problema reduint les solucions a cinc possibles reactius. Així i tot, jo considero que el treball d'investigació té un elevat grau d'obertura.

#### 4.4.5. Elecció de la temàtica i avantatges de l'ús del fusiòmetre de la UIB

S'ha plantejat el treball d'investigació en referència a una situació fictícia, però que es podria donar en la realitat, la pèrdua de les etiquetes de diferents productes del laboratori del centre, per contextualitzar el problema en un lloc conegut pels alumnes i que justifiqui la presència de diferents sòlids orgànics. Els productes triats són reactius que estan presents en el dia a dia dels alumnes,

com per exemple l'àcid ascòrbic i l'àcid cítric en productes alimentaris o l'àcid acetilsalicílic i L-glutamina en productes farmacèutics.

El fusiòmetre del departament de Química de la UIB ens dona mesures més precises i ens permet mesurar punts de fusió de manera més segura, evitant l'ús de flames en el laboratori (mètode de Thiele). També aprenen a fer la preparació de les mostres per poder prendre mesures amb el fusiòmetre. Un altre avantatge és la motivació que pot generar en els alumnes aprendre a utilitzar aparells que fan servir els científics.

#### **4.4.6. Desenvolupament de la pràctica**

Per posar en pràctica el treball d'investigació guiat el docent ha de separar en grups de 2-3 persones la classe de quart d'ESO. El departament de Química de la UIB disposa de tres fusiòmetres, per tant, al voltant de cada fusiòmetre faran feina tres grups. Per aquest motiu és important una bona organització i comunicació entre els alumnes. El docent a l'inici de la classe entregarà el guió de la Pràctica 3 (Annex D). Els alumnes amb l'ajuda del professor han de resoldre les qüestions inicials (comença pensant), és preferible que el docent marqui el ritme per resoldre cada qüestió, per acabar proposant un disseny experimental per resoldre el problema en forma de pregunta del treball d'investigació. A cada grup se'ls farà entrega de dues substàncies problema, el docent ha d'anotar quins dos reactius entrega a cada grup d'entre els tres disponibles (àcid cítric, àcid ascòrbic i L-glutamina). S'arribarà a un consens entre tots per fer el mateix procediment. Les qüestions del final del guió de la pràctica es poden començar a resoldre a l'aula, però s'han d'acabar a casa.

#### **4.4.7. Procediment**

A continuació, es descriu el procediment experimental del Treball Pràctic 3:

1. Polvoritzar una petita quantitat de la substància sòlida en un morter
2. Introduir una petita quantitat de sòlid en pols en un capil·lar i compactar el sòlid en el fons del capil·lar.



3. Introduir el termòmetre i el capil·lar (la part oberta del capil·lar va cap amunt) que conté la substància de la qual volem mesurar experimentalment el punt de fusió en el fusiòmetre.
4. La primera vegada que utilitzen el fusiòmetre han de fer proves per determinar a quina potència han de posar l'aparell (1-10) per tenir un augment de la temperatura gradual. També, han de tenir en compte que poden augmentar la temperatura ràpidament fins a arribar a una temperatura de 10 graus Celsius menys de la substància que té un punt de fusió a menor temperatura.
5. Després de cada mesura han d'esperar uns 10 minuts a què es refredi l'aparell.
6. Repetir el procés per les dues mostres i si tenen temps han de repetir per reduir el possible error experimental.
7. En cada mesura cada grup podrà posar una mostra (capacitat per tres capil·lars).
8. Cercar els valors teòrics del punt de fusió dels cinc compostos que apareixen en el plantejament del problema (introducció del guió de la pràctica, Annex D).

#### **4.4.8 Temporalització**

Per resoldre les qüestions de l'inici de manera conjunta i dissenyar el procediment experimental emprem 1 sessió de cinquanta minuts. Per dur a terme l'experiment una segona sessió de cinquanta minuts. En cas de sobrar temps en la segona sessió es pot aprofitar per resoldre les qüestions del final de guió de la Pràctica 3 (Annex D).

#### 4.4.9. Materials i reactius

Taula 9. Materials i reactius necessaris per fer la Pràctica 3.

Materials	Reactius
<ul style="list-style-type: none"><li>- Espàtula</li><li>- Vareta</li><li>- Flascó rentador</li><li>- Vidre de rellotge</li><li>- Morter i mà de morter</li><li>- Capil·lars</li><li>- Fusiómetre</li><li>- Termòmetre</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Àcid cítric</li><li>- Àcid ascòrbic</li><li>- L-glutamina</li></ul>

#### 4.4.10. Disseny del guió del treball pràctic

El guió de la Pràctica de laboratori 3 es pot dividir en cinc parts:

1. Títol de la pràctica de laboratori: descriu en una línia l'objectiu del treball pràctic.
2. Introducció: En aquest apartat es descriu l'enunciat del problema de manera contextualitzada.
3. Comença pensant: Són un seguit de preguntes que parteixen de continguts més senzills sense prerequisits i a mesura que es progressa les qüestions són més complexes. La finalitat d'aquest apartat és guiar a l'alumne a entendre el problema i que s'adoni que té els coneixements necessaris per resoldre el problema.
4. Recollida de dades: és un espai en blanc on els alumnes han d'anotar les observacions i les mesures que fan durant el treball d'investigació.
5. Anàlisi de resultats i qüestions: Són preguntes que conviden a la reflexió i ens poden indicar si els alumnes són capaços d'analitzar i interpretar els resultats que han obtingut i resoldre el problema.

#### **4.4.11. Avaluació**

Per dissenyar el treball d'investigació, les qüestions inicials i finals i, en definitiva, per avaluar he pres de referència els següents criteris d'avaluació i estàndards d'aprenentatge del currículum de quart d'ESO de les Illes Balears:

1. Calcula i interpreta l'error absolut i l'error relatiu d'una mesura conegut el valor real.
2. Reconèixer la influència de les forces intermoleculares en l'estat d'agregació i propietats de substàncies d'interès.
3. Relaciona la intensitat i el tipus de les forces intermoleculares amb l'estat físic i els punts de fusió i ebullició de les substàncies covalents moleculars, interpretant gràfics o taules que continguin les dades necessàries.

Per avaluar el treball en equip, l'ús correcte de material de laboratori i si compleix les normes del laboratori, entre altres, s'emprarà una llista de control (Annex G). També, es demanarà un informe de laboratori, per avaluar l'informe utilitzarem una rúbrica (Annex F).

#### **4.5. Pràctica amb el fusiòmetre (4): Propietats de la matèria**

##### **4.5.1. Contextualització**

El Treball Pràctic 4 és una proposta per l'assignatura de Física i Química de segon o tercer d'ESO, ja que cada centre té potestat per organitzar els continguts d'aquests cursos com creuen convenient. La pràctica de laboratori la podem emmarcar dins del bloc 2, la matèria, del currículum d'ESO de les Illes Balears (Decret 34/2015).

Per portar a terme el Treball Pràctic 4, s'ha de conèixer o haver treballat els següents continguts del bloc 2: Propietats de la matèria, estats d'agregació, canvis d'estats, substàncies pures i mesclades.

### 4.5.2. Continguts

Els continguts més importants que es treballen en la Pràctica 4 són:

- Propietats de la matèria
- Substàncies pures i mescles
- El treball al laboratori

### 4.5.3. Objectius i competències clau

L'objectiu principal del Treball Pràctic 4 és identificar les substàncies desconegudes a través del disseny d'un experiment.

**Taula 10.** Descripció dels objectius i competències que es treballen i es pretenen assolir en la Pràctica 4.

<b>Objectius</b>	<b>Competències</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Caracteritzar substàncies a partir de propietats específiques (punt de fusió).</li><li>- Distingir entre substàncies pures o mescles.</li><li>- Conèixer procediments científics per mesurar magnituds.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aprendre a aprendre</li><li>- Competència matemàtica i competències bàsiques en ciència i tecnologia</li><li>- Comunicació lingüística</li><li>- Competència digital</li></ul>

### 4.5.4 Classificació del treball pràctic

Els alumnes han d'aconseguir plantejar un experiment per resoldre el problema amb l'ajuda de les preguntes de l'inici del guió de la pràctica (Annex E) i del professor. Per aquest motiu podem classificar la Pràctica 4 com un treball d'investigació guiat.

Podem classificar la Pràctica 4 com un nivell 2 segons la Taula 1. S'ha de tenir en compte que l'alumne ha de fer el disseny del procediment experimental, el material que ha d'utilitzar i trobar una solució al problema plantejat. Per tant,

podem afirmar que es tracta d'un treball d'investigació amb un grau d'obertura elevat.

#### **4.5.5. Elecció de la temàtica i avantatges de l'ús del fusiòmetre de la UIB**

S'ha plantejat el treball d'investigació en referència a una situació fictícia, però que es podria donar en la realitat, la pèrdua de les etiquetes de diferents productes del laboratori del centre, per contextualitzar el problema en un lloc conegut pels alumnes i que justifiqui la presència de diferents sòlids orgànics. Els productes triats són reactius que estan presents en el dia a dia dels alumnes, com per exemple l'àcid ascòrbic i l'àcid cítric en productes alimentaris o la L-glutamina en productes farmacèutics.

El fusiòmetre del departament de Química de la UIB ens dona mesures més precises i ens permet mesurar punts de fusió de manera més segura, evitant l'ús de flames en el laboratori (mètode de Thiele). També aprenen a fer la preparació de les mostres per poder prendre mesures amb el fusiòmetre. Un altre avantatge és la motivació que pot generar en els alumnes aprendre a utilitzar aparells que fan servir els científics.

#### **4.5.6. Desenvolupament de la pràctica**

Per dur a terme la Pràctica 4 de laboratori s'ha de separar als alumnes en grups de 2-3 persones. El departament de Química de la UIB disposa de tres fusiòmetres, per tant, al voltant de cada fusiòmetre faran feina tres grups. El docent a l'inici de la classe entregará el guió del Treball Pràctic 4 (Annex E). Els alumnes amb l'ajuda del professor han de resoldre les qüestions inicials (comença pensant), una vegada s'han contestat totes les preguntes de l'inici, els alumnes han de dissenyar un procediment experimental per resoldre el problema. S'ha d'arribar a un consens entre tots per fer el mateix procediment experimental. A cada grup se'ls farà entrega de dues substàncies problema, una mostra d'àcid cítric i una altra mostra formada per una mescla d'àcid cítric i L-glutamina. Abans de començar la part pràctica el docent ha d'explicar

breument com funcionen els aparells. Les qüestions del final del guió de la pràctica s'han de respondre a casa.

#### **4.5.7. Procediment**

A continuació, es descriu el procediment experimental del Treball Pràctic 4:

1. Cercar els valors teòrics del punt de fusió dels cinc compostos.
2. Polvoritzar una petita quantitat de la substància sòlida en un morter
3. Introduir una petita quantitat de sòlid en pols en un capil·lar i compactar el sòlid en el fons del capil·lar.
4. Introduir el termòmetre i el capil·lar (la part oberta del capil·lar va cap amunt) que conté la substància de la qual volem mesurar experimentalment el punt de fusió en el fusiòmetre.
5. La primera vegada que utilitzen el fusiòmetre han de fer proves per determinar a quina potencia han de posar l'aparell (1-10) per tenir un augment de la temperatura gradual. També, han de tenir en compte que poden augmentar la temperatura ràpidament fins a arribar a una temperatura de 10 graus Celsius menys de la substància que té un punt de fusió a menor temperatura.
6. Després de cada mesura han d'esperar uns 10 minuts a què es refredi l'aparell.
7. Repetir el procés per les dues mostres.
8. En cada mesura cada grup podrà posar una mostra (capacitat per tres capil·lars).

#### **4.5.8. Temporalització**

Per resoldre les qüestions de l'inici de manera conjunta i dissenyar el procediment experimental fem 1 sessió de cinquanta minuts. Per dur a terme

l'experiment una segona sessió de cinquanta minuts, en aquesta segona sessió el professor ha d'explicar de manera breu com s'utilitzen els fusiòmetres.

#### 4.5.9. Materials i reactius

Taula 11. Materials i reactius necessaris per fer la Pràctica 4.

Materials	Reactius
<ul style="list-style-type: none"><li>- Espàtula</li><li>- Vareta</li><li>- Flascó rentador</li><li>- Vidre de rellotge</li><li>- Morter i mà de morter</li><li>- Capil·lars</li><li>- Fusiòmetre</li><li>- Termòmetre</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Àcid cítric</li><li>- L-glutamina</li></ul>

#### 4.5.10. Disseny del guió del treball pràctic

El guió de la Pràctica de laboratori 4 es pot dividir en cinc parts:

1. Títol de la pràctica de laboratori: indica el contingut més important que es treballa en el treball d'investigació.
2. Introducció: En aquest apartat es descriu l'enunciat del problema de manera contextualitzada.
3. Comença pensant: Són un seguit de preguntes que parteixen de continguts més senzills sense prerequisits i a mesura que es progressa les qüestions són més complexes. La finalitat d'aquest apartat és guiar a l'alumne a entendre el problema i que s'adoni que té els coneixements necessaris per resoldre el problema.
4. Recollida de dades: és un espai en blanc on els alumnes han d'anotar les observacions i les mesures que fan durant el treball d'investigació.

5. Anàlisi de resultats i qüestions: Són preguntes que conviden a la reflexió i ens poden indicar si els alumnes són capaços d'analitzar i interpretar els resultats que han obtingut i resoldre el problema.

#### **4.5.11. Avaluació**

L'avaluació de la Pràctica de laboratori 4, s'ha centrat al voltant dels següents criteris d'avaluació i estàndards d'aprenentatge del bloc 2 del currículum de l'assignatura de Física i Química de segon i tercer d'ESO:

1. Distingeix entre propietats generals i propietats característiques de la matèria, i utilitza aquestes darreres per a la caracterització de substàncies.
2. Identificar sistemes materials com a substàncies pures o mesclades i valorar la importància i les aplicacions de mesclades d'especial interès.
3. Justifica que una substància pot presentar-se en diferents estats d'agregació depenent de les condicions de pressió i temperatura en les quals es trobi.

S'emprarà una llista de control per avaluar les habilitats i destreses dels alumnes dins del laboratori (Annex G). Cada grup ha d'entregar les qüestions que apareixen al final del guió del treball pràctic (Annex E) a través de Google Classroom en un document de Word o similar.



## 5. Atenció a la diversitat

La inclusió és la base de l'educació del segle XXI. En l'educació s'ha de garantir la qualitat, equitat, igualtat d'oportunitats, normalització, inclusió i igualtat entre homes i dones. Si exclouem a l'aula als alumnes, és probable que acabin en exclusió social, per tant, s'ha de recordar el lema de tots junts, tots diferents però tots a l'aula ordinària, per aconseguir l'objectiu de tindre alumnes autònoms, crítics i amb pensament propi competents per a la societat.

És un fet palès que les aules dels centres educatius de les Illes Balears són heterogènies, ja que la principal activitat econòmica de la comunitat autònoma és el turisme. Aquest fet ocasiona l'arribada d'alumnes procedents de qualsevol part del món. Per aquest motiu és important treballar dins l'aula amb les ulleres de la inclusió i veure la diversitat com una oportunitat d'aprenentatge.

S'ha d'impulsar un model on tots els alumnes puguin assolir els mateixos objectius comuns, fomentar les seves capacitats i potencialitats i reduir les barreres existents. És imprescindible conèixer a l'alumnat per poder oferir un ensenyament individualitzat i de qualitat un grup d'alumnes heterogeni.

Per portar a terme els treballs pràctics els alumnes poden necessitar mesures d'accessibilitat, com per exemple: es pot augmentar la mida de la lletra del guió de les pràctiques, deixar més espai per respondre les preguntes o canviar la lletra per facilitar la lectura. Un altre tipus de mesura d'atenció a la diversitat és el treball cooperatiu o en equip, és una metodologia que ens permet aconseguir uns objectius com a grup on tots són participants d'aquest treball. En les pràctiques de laboratori es treballa per parelles o en grups, per tant, es pot posar en pràctica aquesta metodologia i formar grups heterogenis per aconseguir que s'ajuden entre ells i tothom pugui assolir els objectius. Per treballs en equips o cooperatius és important que el grup estigui cohesionat.

És crucial mantenir l'interès dels alumnes d'altres capacitats, per aconseguir-ho es poden substituir les preguntes més senzilles, que no impliquen cap repte per aquests alumnes, per d'altres més complexes.

Les mesures que es mencionen en aquest apartat són poc específiques, ja que no existeix una manera general de fer front a un tipus d'alumne amb Necessitats específiques de Suport Educatiu (NESE). Una metodologia o una eina que et serveix en un grup d'alumnes o un alumne en particular no té per què funcionar en un altre grup o persona amb les mateixes barreres. Com a professors hem de vorer com un aspecte positiu les diferències i treballar per oferir una educació inclusiva i de qualitat.

## 6. Conclusions

En aquest Treball de Fi de Màster s'ha tractat de dissenyar diversos treballs pràctics per les assignatures de Química i Física i Química. Un dels objectius és augmentar la motivació i l'interès dels alumnes per la ciència i millorar el procés d'ensenyament-aprenentatge. Per fer la proposta més atractiva i poder introduir nous conceptes s'ha establert una col·laboració amb el departament de Química de la UIB. La col·laboració consisteix en el préstec d'aparells de laboratori, cosa que permet introduir nous conceptes i possibilita als alumnes l'ús d'instruments que no solen tenir els centres escolars.

En la recerca bibliogràfica sobre els diferents treballs pràctics s'ha posat especial èmfasi en les investigacions, ja que permeten a l'alumne adquirir noves destreses per a la resolució de problemes i proporcionen una visió més actual de la ciència. És a dir, tenen un caire més competencial i ajuden a aconseguir un dels propòsits més destacats pels quals s'ensenya ciència, saber aplicar els coneixements per resoldre problemes o situacions de la vida quotidiana. Un altre avantatge és que els alumnes són els protagonistes del procés d'ensenyament-aprenentatge i el docent té un paper més de suport o guia.

Crec fermament que el treball d'investigació guiat és una eina molt útil que convida a la reflexió, fomenta el pensament crític i permet assolir un aprenentatge significatiu. A més a més, a mesura que l'alumnat es familiaritza amb aquesta metodologia, el professor pot presentar treballs pràctics amb preguntes més complexes i major grau d'obertura. Arribarà un punt en el qual l'alumnat necessitarà cada vegada menys ajuda.

El fusiómetre i el pH-metre s'han triat perquè permeten treballar continguts de diversos cursos i així poder dissenyar una proposta didàctica per diferents cursos, un altre dels motius ha estat per gust personal. Fer servir aparells més complexos i amb major precisió i exactitud en els resultats és una font de motivació per se pels estudiants. Una limitació d'aquesta proposta és que el préstec de material per part de la UIB només es pot fer amb centres de Mallorca, atès que la resta d'illes de la comunitat autònoma no tenen facultat de ciències.

Ara bé, es poden cercar institucions públiques o privades amb material de laboratori per establir noves col·laboracions.

El plantejament dels treballs pràctics s'ha fet des d'una posició més teòrica, ja que la meva experiència com a docent en el laboratori es limita a sis o set pràctiques de laboratori que he pogut impartir en les pràctiques del màster en formació del professorat a l'IES Son Rullan. Els quatre treballs pràctics que s'exposen s'han d'adaptar a la realitat i context de cada aula.

Una nova línia d'investigació pot ser dur a terme els treballs pràctics que s'han plantejat en aquest treball i observar les dificultats que poden aparèixer en el transcurs de les pràctiques. També valorar si la temporalització és adequada, avaluar si s'aconsegueixen els objectius, conèixer l'opinió dels alumnes i assenyalar les possibles millores que es podrien fer una vegada s'han posat en pràctica.

Dissenyar treballs d'investigació guiats no ha estat una tasca senzilla, tal vegada pel fet que com alumne de grau en Química, la meva experiència es limita a seguir guions de pràctiques tipus recepta, això ha contribuït a la falta d'experiència i, per tant, a trobar dificultats per plantejar aquest tipus de treballs pràctics.

En poques paraules, s'ha de fomentar el treball pràctic en les assignatures de ciència, ja que es tracta d'una eina educativa que motiva als estudiants i permet assolir un aprenentatge significatiu i treballar les competències.

## 7. Referències bibliogràfiques

Arcà, M., Guidoni, P., i Mazzoni, P. (1990). *Enseñar ciencia*. Paidós/Rosa Sensat.

Associació Espanyola per a la Digitalització (DigitalES). (2019). El desafío de las vocaciones STEM.

<https://www.digitales.es/wp-content/uploads/2019/09/Informe-EL-DESAFIO-DE-LAS-VOCACIONES-STEM-DIGITAL-AF.pdf>

Caamaño, A. (1992). Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. *Aula de Innovación Educativa*, (9), 61-68.

Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. *Enseñar ciencias*, 95–118.

Crue-Universidades Españolas. (2019). LA UNIVERSIDAD ESPAÑOLA 3N CIFR4S 2017-2018.

Chalmers, A. (1992). *La ciència y cómo se elabora*. Siglo XXI de España Editores.

Decret 34/2015, DE 15 DE MAIG PEL QUAL S'ESTABLEIX EL CURRÍCULUM DE L'EDUCACIÓ SECUNDÀRIA OBLIGATÒRIA A LES ILLES BALEARS. (2015). *Butlletí Oficial de les Illes Balears*, 73, de 16 de maig de 2015.

Decret 35/2015, DE 15 DE MAIG, PEL QUAL S'ESTABLEIX EL CURRÍCULUM DEL BATXILLERAT A LES ILLES BALEARS. (2015). *Butlletí Oficial de les Illes Balears*, 73, de 16 de maig de 2015.

Del Carmen, L. (2000). Los trabajos prácticos. En Cañal i Perales (Coord.), *Didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 49-65). Editorial Marfil.

Esteve, A., i Solbes, J. (2017). El desinterés de los estudiantes por las Ciencias y la Tecnología en el Bachillerato y los estudios universitarios. *Enseñanza de las ciencias, Extraordinario*, 573-578.

Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A., i Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488.

Golombek, D. (2008). *Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa*. Fundación Santillana.

Goot, R., Welford, G., i Foulds, K. (1988). *Assessment of Practical Work in Scicencie*. Basil Blackwell

Lunetta, V., Hofstein, A., Clough, M. (2007). Teaching and learning in the school science laboratory. An analysis of research, theory and practice. Abell i Lederman (Ed.), *Handbook of research on science education* (pp. 393-431). Lawrence Erlbaum Associates. <http://mehrmohammadi.ir/wp-content/uploads/2020/07/Handbook-of-Research-on-Science-Education.pdf>

Lupión, T., i Martín, C. (2016). Desarrollo profesional docente de profesorado de secundaria en una experiencia de innovación mediante investigaciones escolares. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13 (3), 686-704.

Marbà-Tallada, A., i Márquez, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza de las ciencias*, 28(1), 19-30.

Martínez, J., Domènech, J., Menargues, A., i Romo, G. (2012). La integración de los trabajos prácticos en la enseñanza de la química como investigación dirigida. *Educación química* 23(1), 112-126.

Marchesi, N. (2018). Actividades prácticas de laboratorio e indagación en el aula. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*(44), 203-218.

Martínez, M.M., i Ibáñez, M.T. (2006). Resolver situaciones problemáticas en genética para modificar las actitudes relacionadas con la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 193-206.

MILLAR, R. (2004). The role of practical work in the teaching and learning of science. *Commissioned paper-Committee on High School Science Laboratories: Role and Vision. Washington DC: National Academy of Sciences*, 308.

Ministerio de Universidades (2022). Datos y cifras del Sistema Universitario Español. Publicación 2021-2022. *Catálogo general de publicaciones oficiales*.

[https://www.universidades.gob.es/stfls/universidades/Estadisticas/ficheros/DyC\\_2021\\_22.pdf](https://www.universidades.gob.es/stfls/universidades/Estadisticas/ficheros/DyC_2021_22.pdf)

Nieto, E., Chamizo, J.A. (Ed.). (2013). *La Enseñanza Experimental de la Química. Las Experiencias de la UNAM*. Universidad Nacional Autónoma de Mexico. Facultad de Química.

OECD. (2019). PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do, PISA, *OECD Publishing*.

Plarromaní, N. (2007). Com ensenyar i aprendre ciència mitjançant el treball pràctic. *Ciències* (7), 36-39.

Psillos, D., i Niedderer, H. (Ed.). (2002). *Teaching and Learning in the Physics Laboratory*. Kluwer Academic Publishers.

Reial Decret 742/2013, de 27 de setembre, pel qual s'estableixen els criteris tecnosanitaris de les piscines el pH de l'aigua de les piscines. (2013). *Butlletí Oficial de les Illes Balears*, 244, d'11 d'octubre de 2013.

Rivarosa, A., i Astudillo, C. (2013). Las prácticas científicas y la cultura: una reflexión necesaria para un educador de ciencias. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 8(23), 45-66

Solbes, J., i Montserrat, R., i Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales i sociales*, 21, 91-117.

Sanmartí, N., Márquez, C., i García, P. (2002). Los trabajos prácticos, punto de partida para aprender ciencias. *Aula de Innovación Educativa*, 113(3), 1–5.

Sanmartí, N. (2009). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Síntesis.

Vázquez, A., i Manassero, M.A. (2007). *La relevancia de la educación científica*. Universitat de les Illes Balears, Servei de Publicacions i Intercanvi Científic.

Woolnough, B., i Allsop, T. (1985). *Practical Work in Science*. Cambridge University Press.



## 8. Annexos

### Annex A

Jo \_\_\_\_\_ (nom del docent), amb DNI  
núm. \_\_\_\_\_ i professor del centre \_\_\_\_\_ amb  
direcció \_\_\_\_\_ i telèfon \_\_\_\_\_  
rebo el material de laboratori especificat en perfectes condicions i em  
comprometo a la devolució abans de trenta dies naturals en les mateixes  
condicions. Dut a terme en data \_\_\_\_\_.

Nom	Quantitat	Codi de localització	Observacions

Adjunta fotocòpia del DNI.

Signatura docent      Signatura directiu del centre      Signatura del responsable

## Annex B

### Pràctica 1: Es pot comercialitzar el vinagre de vi que tenim al laboratori?

#### Introducció

El vinagre és un producte natural que s'obté del vi per l'acció d'uns bacteris coneguts com *Acetobacter aceti*. Aquests microorganismes oxiden l'etanol del vi fins a convertir-lo en un àcid. D'aquesta oxidació en treuen l'energia per al seu metabolisme.

El Reial decret 661/2012 del Ministeri de la Presidència estableix la norma de qualitat per a l'elaboració i la comercialització dels vinagres. El Reial decret estableix les característiques que han de presentar els vinagres, entre elles que el grau d'acidesa total ha de ser d'un 6 % per al vinagre de vi.



#### Comença pensant...

1. Quina substància dona l'acidesa al vinagre? Es tracta d'un àcid o una base? Com es quantifica a química el grau d'acidesa o de basicitat d'una dissolució?

2. Què és una reacció de neutralització? Quin tipus de dissolució empraries per portar a terme la neutralització de l'àcid?

3. Què és el punt d'equivalència? Com pots identificar visualment que s'ha arribat al punt d'equivalència? Com s'anomenen aquest tipus de substàncies?

4. Com es mesura de manera quantitativa el pH d'una dissolució en el laboratori?

5. Per què és important calibrar l'aparell de laboratori que ens permet calcular el pH?

6. Quin indicador utilitzaries per determinar el punt d'equivalència d'aquesta reacció?

7. Quina informació experimental necessites per determinar la molaritat de l'àcid present en el vinagre (escriu la reacció)? I per fer la corba de valoració àcid-base?

8. Dissenya un experiment per determinar la concentració d'àcid d'un vinagre de vi i per mesurar quantitativament el pH de la valoració. Especifica el material que heu d'emprar.

9. Descriu l'experiment que heu acordat entre tot el grup.

### **Recollida de dades**

### **Anàlisi de resultats i qüestions**

1. Per què es repeteix l'experiment diverses vegades?
2. Per què és important calibrar el pH-metre?
3. Quines precaucions s'han de tenir en compte amb els reactius que fem?
3. S'ha de fer algun tractament de residus especial? Per què?
4. Influeix en la valoració la quantitat d'aigua que hi posem dins l'erlenmeyer?  
Per què n'hem afegit?
5. Determina el grau d'acidesa del vinagre comercial (% en massa de l'àcid).
6. Segons els càlculs que heu efectuat el vinagre comercial compleix la normal de qualitat?
7. Dibuixa la corba de valoració àcid-base.

## Annex C

### Pràctica 2: Determinar el pH de mostres d'aigua de piscina i de cosmètics

#### Introducció

Les piscines públiques i d'ús turístic han de complir una sèrie de criteris tecnosanitaris per poder obrir al públic. En aquestes piscines s'han de portar a terme controls rutinaris de diversos paràmetres indicadors de la qualitat de l'aigua. Un d'aquests paràmetres és el pH, segons el Reial decret



742/2013, de 27 de setembre, pel qual s'estableixen els criteris tecnosanitaris de les piscines el pH de l'aigua de les piscines ha de tenir un valor entre 7,2 - 8.

La finalitat dels cosmètics és la de netejar, protegir, perfumar i mantenir parts superficials del nostre cos (llavis, cabells, epidermis...). Una part important de la composició dels cosmètics són els reguladors de pH.

#### Materials

- Vas de precipitats
- Vareta
- Flascó rentador
- pH-metre
- Indicadors àcid-base
- Paper Indicador
- Dissolució de col llombarda
- Tubs d'assaig
- Comptagotes
- Gradeta

#### Procediment

Experiment 1:

- Afegeix dins del tub d'assaig una petita mostra de la dissolució i una gota de l'indicador natural. Repeteix el procés per les cinc mostres (1, 2, 3, A i B). Observa el canvi de color i anota'l.

- Dissenya un petit experiment per determinar el color que adquireix l'indicador natural a diferents valors de pH.

#### Experiment 2:

- Raona quin indicador àcid-base present al laboratori (vermell de fenol, fenolftaleïna, blau de bromotimol, etc.) és millor utilitzar per determinar si les tres mostres d'aigua de piscina compleixen la normativa.

- Afegeix dins del tub d'assaig una petita mostra de la dissolució i una gota de l'indicador triat. Repeteix el procés per les tres mostres (1, 2 i 3). Determina el rang de pH de les dissolucions. Anota els resultats.

#### Experiment 3:

- Fes servir paper indicador per determinar el pH de les tres mostres d'aigua i de les dues dissolucions de cosmètics. Anota els resultats.

#### Experiment 4:

- Cerca com calibrar el pH-metre i calibra'l.

- Mesura el pH de les tres mostres d'aigua i de les dues de cosmètics fent ús del pH-metre.

#### Recollida de dades

Mostra	Exp. A (pH)	Exp. B (pH)	Exp. C (pH)	Exp. D (pH)
1				
2				
3				
A				
B				

## **Anàlisi de resultats i qüestions**

1. Els diferents mètodes per determinar el pH de les mostres ens permeten saber si les mostres d'aigua compleixen la normativa? Raona la resposta.
2. Per què és important calibrar el pH-metre?
3. Les tres mostres d'aigua de cada experiment són les mateixes amb la identificació canviada, podries assignar el pH mesurat amb el pH-metre a la resta de mostres de cada experiment?
4. Per què és crucial controlar el pH de les piscines? Què succeeix si el pH és molt alt o massa baix?
5. Per què en alguns anuncis de productes cosmètics afirmen que el producte té un pH neutre de 5,5? És correcta l'afirmació?
6. Tots els productes cosmètics tenen el mateix pH? Raona la resposta.
7. Cerca l'etiqueta d'algun producte cosmètic de casa i identifica les substàncies reguladores de pH. Quin tipus de substàncies són? Raona la resposta.
8. Cerca exemples de reaccions de neutralització en la vida quotidiana.

## Annex D

### Pràctica 3: Com podem caracteritzar els compostos sòlids cristal·lins orgànics?

#### Introducció

L'altre dia els professors de Física i Química netejàrem el laboratori de química del centre escolar. Ens adonàrem que en un dels armaris de reactius hi havia diversos recipients sense etiquetar, per sort, en el laboratori es guarda una llista dels reactius que hi ha emmagatzemats a cada armari, però aquesta no estava actualitzada. Així i tot, reduïrem la llista als següents compostos: Àcid benzoic, àcid cítric, àcid ascòrbic, àcid acetilsalicílic i L-glutamina. Com podries identificar quin reactiu hi ha en cada recipient sense etiquetar?



#### Comença pensant...

1. Quin tipus de substàncies són els compostos anomenats en la introducció (àcid cítric, àcid benzoic...)?
2. Quin tipus d'enllaç i forces intermoleculars tenen aquestes substàncies?
3. La naturalesa de l'enllaç químic determina en gran manera les propietats de les substàncies, per tant, quines propietats presenten aquests compostos?



4. Com s'anomenen les propietats que ens permet identificar i diferenciar unes substàncies d'altres? Anomena quatre propietats d'aquest tipus.

5. Quina d'aquestes propietats ens pot servir per diferenciar els nostres reactius?  
Com podem mesurar la propietat?

6. Cerca un instrument de laboratori per mesurar aquesta propietat.

8. Dissenya un experiment per identificar quin compost orgànic hi ha als recipients sense etiquetar.

9. Descriu el procediment experimental que heu acordat entre tot el grup.

## **Recollida de dades**

### **Anàlisi de resultats i qüestions**

1. Una vegada realitzat l'experiment quina substància hi ha a cada recipient?
2. El valor experimental és el mateix que el teòric? Per què pot variar el valor experimental del teòric? Calcula l'error absolut i l'error relatiu.
3. Podríem realitzar aquest experiment amb sòlids iònics i metàl·lics? Raona la resposta
4. Quines precaucions s'han de tenir en compte amb els reactius que fem?

## Annex E

### Pràctica 4: Propietats de la matèria

#### Introducció

L'altre dia els professors de Física i Química netejàrem el laboratori de química del centre escolar. Ens adonàrem que en un dels armaris de reactius hi havia diversos recipients sense etiquetar, per sort, en el laboratori es guarda una llista dels reactius que hi ha



emmagatzemats a cada armari, però aquesta no estava actualitzada. Així i tot, reduïrem la llista a les següents substàncies: Àcid cítric, àcid ascòrbic i L-glutamina. Com podries identificar quin reactiu hi ha en cada recipient sense etiquetar?

#### Comença pensant...

1. Com podem classificar aquestes tres substàncies (Substància pura, compost, mescla...)?
2. En quins estats podem trobar la matèria?
3. Com s'anomenen les propietats que ens permet identificar i diferenciar unes substàncies d'altres? Anomena quatre propietats d'aquest tipus.
4. Quina d'aquestes propietats ens pot servir per diferenciar els nostres reactius? Cerca el valor teòric d'aquesta propietat de les tres substàncies.

5. Com podem mesurar la propietat? Cerca un instrument de laboratori per mesurar aquesta propietat.

6. Dissenya un experiment per identificar quina substància hi ha als recipients sense etiquetar.

7. Descriu el procediment experimental que heu acordat entre tot el grup.

**Recollida de dades**

## **Anàlisi de resultats i qüestions**

1. Una vegada realitzat l'experiment de quina o quines substàncies es tractaven?
2. Com s'anomena el canvi d'estat que s'ha produït? I el canvi d'estat invers?
3. Quina és la unitat en el Sistema Internacional (SI) de la magnitud mesurada?
4. Com podríem aconseguir el mateix canvi d'estat sense modificar la temperatura?
5. El valor experimental és el mateix que el teòric? Per què pot variar el valor experimental del teòric?
6. Què ens indica que la temperatura es manté constant quan es produeix el canvi d'estat?
7. Per què una de les mostres s'ha començat a fondre a una temperatura i ha acabat de produir-se el canvi d'estat a una temperatura molt diferent?
8. Per què són importants les mescles en la vida quotidiana? Coneixes alguna aplicació rellevant d'alguna mescla? Escribeu diversos exemples.
9. Pensa un altre procediment experimental que et permeti diferenciar les substàncies.

## Annex F

Rúbrica per avaluar l'informe dels treballs pràctics.

	<b>Excepcional 4</b>	<b>Notable 3</b>	<b>Acceptable 2</b>	<b>Aficionat 1</b>
<b>Introducció</b>	Describe breument (3-6 línies) el problema o la pregunta a investigar fent ús d'un llenguatge detallat i clar.	Describe la qüestió a investigar de manera clara, però l'extensió no és adequada.	Describe la qüestió de manera poc clara i detallada i amb una extensió inadequada.	La introducció no guarda relació amb el treball pràctic.
<b>Objectius</b>	Describe més de dos objectius, redactats començant en infinitiu de manera clara i concisa. Són apropiats i s'ajusten a la realitat.	Describe dos o menys objectius, redactats començant en infinitiu de manera clara. Són apropiats.	Describe dos o menys objectius, de manera poc clara. Són apropiats.	Describe objectius que no fan referència al treball pràctic.
<b>Marc teòric</b>	Aprofundeix, és precís i aborda tots els conceptes principals. Fa servir un vocabulari tècnic.	És precís i aborda la majoria dels conceptes principals, no aprofundeix. Fa servir un vocabulari tècnic	Poc precís i no aprofundeix, aborda alguns dels conceptes principals.	El marc teòric no aborda els conceptes del treball.
<b>Materials i reactius</b>	Enumera en format de llista amb guions tots els reactius i materials emprats.	Enumera en format de llista amb guions la majoria de reactius i materials emprats.	Enumera la meitat dels reactius i materials usats.	Enumera menys de la meitat dels materials.
<b>Procediment experimental</b>	Determina pas a pas tot l'experiment, fent ús d'un llenguatge clar i tècnic. Utilitza figures o imatges per reforçar l'explicació.	Determina pas a pas tot l'experiment, fent ús d'un llenguatge clar i tècnic.	Determina pas a pas tot l'experiment fent ús d'un llenguatge clar, però poc tècnic.	Describe el procediment de manera poc clara i precisa.
<b>Resultats</b>	Exposa tots els càlculs realitzats i descriu els resultats obtinguts. Fa servir taules i gràfics per reforçar l'explicació.	Exposa la majoria dels càlculs fets i descriu els resultats obtinguts. Fa servir taules per reforçar l'explicació.	Exposa la meitat dels càlculs realitzats i descriu els resultats obtinguts.	Exposa menys de la meitat dels càlculs.

<b>Conclusions</b>	Resumeix de manera breu i clara les conclusions més importants del treball pràctic.	Resumeix les conclusions més importants del treball pràctic.	Resumeix algunes conclusions del treball pràctic de manera poc clara.	Les conclusions no fan referència al treball pràctic.
<b>Seguretat i residus</b>	Inclou el tractament de residus, les precaucions de i perills de tots reactius i descriu l'equip de protecció individual necessari.	Inclou el tractament de residus, el perill d'algun reactiu i descriu l'equip de protecció individual necessari.	Inclou el tractament de residus i el perill d'algun reactiu.	Inclou el tractament de residus
<b>Preguntes extra</b>	Respon a totes les preguntes de manera adequada i clara.	Respon al 70 % de les preguntes de manera adequada i clara.	Respon només a la meitat de les preguntes de manera adequada.	Respon a menys de la meitat de les preguntes i de manera errònia
<b>Bibliografia</b>	Empra diverses fonts fiables i les cita correctament	Empra diverses fonts, però no les cita correctament.	Empra poques fonts i les cita incorrectament	No inclou bibliografia

## Annex G

Llista de control per avaluar el treball en el laboratori.

<b>Indicadors/criteris</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>
Manté l'ordre i la neteja del lloc de treball.		
Gestiona de manera correcta els residus generats.		
Respecta les normes de seguretat (ús d'EPI).		
Selecciona els materials adequats per portar a terme l'activitat proposada.		
Fa servir de manera correcta l'instrumental del laboratori.		
Manté una comunicació adequada amb els companys d'equip.		
Treballa en equip de manera activa.		
Organitza de manera adequada el temps per fer les activitats.		