



Universitat de Girona

**CAS 1**  
**LA CIÈNCIA A LA VIDA**  
**QUOTIDIANA**

TÉCNiques CIENTÍFIQUES INTEGRADES II



# ÍNDEX

<b>1. ACTIVITATS AVALUABLES EN EL CAS 1 .....</b>	<b>3</b>
<b>2. ORGANITZACIÓ DE LES PRÀCTIQUES CAS 1 .....</b>	<b>5</b>
<b>3. ESTRUCTURA DELS INFORMES .....</b>	<b>7</b>
<b>4. AIGUA DE MAR, AIGUA EMBOTELLADA I AIGUA DESTIL·LADA ....</b>	<b>11</b>
<b>5. RECOMPTE DE BACTERIS VIABLES DE LA LLET .....</b>	<b>33</b>
<b>6. DETERMINACIÓ DE LES PROTEÏNES DE LA LLET .....</b>	<b>47</b>
<b>7. PER QUÈ SÓN ÚTILS ELS MINERALS .....</b>	<b>63</b>

# 1. ACTIVITATS AVALUABLES EN EL CAS 1

L'assignatura Tècniques Científiques Integrades II s'avalua a partir del desenvolupament de diferents activitats la nota de les quals dona finalment la nota global de l'assignatura. Les activitats programades en el CAS 1 es presenten a continuació.

## Activitats relacionades amb l'expressió oral:

Les notes de les presentacions orals representen el 5% de la nota global de l'assignatura Tècniques Científiques Integrades II. Els dilluns del CAS 1 s'organitzarà una taula rodona amb relació a dues temàtiques:

- *Aigua embotellada*
- *Procés de pasteurització*

Prèviament, als alumnes se'ls haurà assignat un dels quatre temes proposats al llarg del curs (vegeu l'apartat INFORMACIÓ GENERAL, dins l'assignatura TCI II a la intranet docent).

En aquesta activitat tant s'avaluarà els alumnes que presenten el treball com la intervenció de la resta d'alumnes amb preguntes i comentaris. Per veure com s'organitza l'activitat aneu a l'apartat 2. ORGANITZACIÓ DE LES PRÀCTIQUES CAS 1. Per valorar la presentació es tindrà en compte, a més del contingut, aspectes com l'estructura, la presentació, la claredat, l'entonació i el llenguatge formal.

## Proves escrites (prelab):

Cada dia de pràctiques de laboratori (de dimarts a divendres), abans de la sessió pràctica, es farà una prova escrita amb relació als conceptes, tècniques, procediments, càlculs, etc. que es treballaran en aquella sessió.

## Seguiment de les habilitats adquirides al laboratori:

El professor avaluarà diàriament les habilitats que s'adquireixin al laboratori. La nota d'aquesta activitat serà la mitjana d'aquest seguiment diari en totes les sessions pràctiques de TCI II.

## Seguiment de la carpeta de l'estudiant:

Es valorarà en cada sessió pràctica la recollida d'informació sobre la pràctica efectuada, el tractament de les dades i la interpretació dels resultats. La nota d'aquesta activitat serà la mitjana d'aquest seguiment diari en totes les sessions pràctiques de TCI II.

## Informe de les pràctiques:

La mitjana de la nota dels informes presentats per a cada CAS representa el 30% de la nota final. Les indicacions de com elaborar aquests informes les trobareu a l'apartat 2. ORGANITZACIÓ DE LES PRÀCTIQUES CAS 1 i a l'apartat 3. ESQUEMA D'UN INFORME.

La data límit per lliurar l'informe de les pràctiques serà el divendres següent a la realització de les pràctiques. Cal presentar el fitxer en pdf o Word i penjar-lo a la intranet docent d'aquesta assignatura. **No s'acceptarà cap informe lliurat fora de termini.**

El nom del fitxer ha de tenir el format de nom següent:

(*número grup*)CognomsNom\_CAS1.pdf Exemple: 02MartiPaleJordi\_Cas1.pdf

La capacitat màxima del document és de 2 Mb.

## 2. ORGANITZACIÓ DE LES PRÀCTIQUES

### CAS 1

Cal recordar que és obligatòria l'assistència a totes les sessions presencials programades.

#### Dilluns:

- Presentació de l'assignatura.
- Exposició oral per part dels alumnes que hagin preparat els temes següents, en format taula rodona.

**Aigua embotellada:** Origen, extracció, procés, característiques químiques de l'aigua.

**Procés de pasteurització:** Objectiu de la pasteurització, explicar el procés general de pasteurització, tipus de processos per pasteuritzar.

L'activitat es basa en una taula rodona amb els alumnes que han preparat els temes proposats per a aquest cas. El professor farà de moderador i anirà donant la paraula als diferents participants de la taula rodona perquè vagin tractant els diferents punts sobre la temàtica. Així, no es tracta que l'alumne expliqui tot el treball, sinó que es vagi discutint per parts. S'ha de saber explicar i defensar, sense necessitat d'apunts, cadascun dels punts proposats en la temàtica.

L'audiència la formaran els alumnes que no han preparat el tema. Hi participaran a partir de preguntes i/o dubtes als membres de la taula rodona. Caldrà que es presentin sempre amb el seu nom abans de qualsevol intervenció. El professor tindrà únicament el paper de moderador i no actuarà en cap cas com a expert del tema.

Durant l'activitat el professor avaluarà les presentacions dels membres de la taula rodona i valorarà positivament els alumnes que hi intervenen amb preguntes, comentaris, etc.

#### Dimarts, dimecres i dijous:

Les sessions pràctiques d'aquests dies es duran a terme al laboratori. Abans d'iniciar la pràctica pròpiament dita, hi haurà una **prova escrita** amb una o dues preguntes relacionades amb els conceptes, tècniques, procediments, càlculs, etc. que es treballaran en aquella sessió. És important comprovar quina pràctica es fa cada dia, a quin laboratori i a quina hora, per poder-la preparar. Durant la pràctica, i de la mateixa manera que el primer dia, el professor comprovarà l'assistència de tots els alumnes i si tothom porta el material necessari per fer les pràctiques. També en cada sessió pràctica el professor valorarà les habilitats i destreses que va adquirint l'alumne.

Un cop finalitzades cadascuna de les sessions pràctiques, ja es pot anar preparant l'informe final. Cal recordar que s'ha d'elaborar un informe final per a cada sessió pràctica duta a terme. És important no deixar-ho per al final.

**Divendres:**

Per fer aquesta pràctica, abans d'anar al laboratori es farà una volta pel campus per reconèixer els materials de l'entorn. Per aquest motiu, el punt de trobada serà el vestíbul de la facultat a l'hora que marca el calendari de pràctiques.

En tornar a l'aula, els alumnes faran una **prova escrita** relacionada amb els continguts de la sessió.

Un cop finalitzada la prova, es passarà a la sessió pràctica pròpiament dita. Es treballarà els minerals i la relació entre les seves característiques i la seva utilitat com a materials molt utilitzats al nostre entorn.

D'aquesta activitat també s'elaborarà l'informe final seguint el mateix esquema que en les altres pràctiques.

**Preparació i lliurament de l'informe final:**

Finalment cal elaborar un informe sobre cadascuna de les pràctiques dutes a terme seguint el guió de l'informe final que trobareu tot seguit.

Per a aquest primer CAS 1 i seguint el model de l'apartat 3. ESQUEMA DE L'INFORME FINAL, cal elaborar un informe per a cada dia de pràctiques de laboratori (**de dimarts a divendres**). Us pot ser útil el guió de pràctiques, com també l'apartat de recull d'informació i tractament de dades per estructurar l'informe.

Els quatre informes es presentaran en un únic fitxer. La data límit pel lliurament serà el divendres següent a la realització de les pràctiques. Cal presentar el fitxer en pdf o Word i penjar-lo dins l'assignatura de la meua UdG. A la portada cal fer constar el nom i cognoms de l'estudiant, el DNI i el número del grup en el qual feu les sessions pràctiques.

El nom del fitxer ha de tenir el format de nom següent:

(*número grup*)CognomsNom\_CAS1.pdf

Exemple:

02MartiPaleJordi\_Cas1.pdf



## 3. ESTRUCTURA DELS INFORMES

### Portada

Inclou:

Títol del treball. Exemple: *Aigua embotellada, aigua destil·lada i aigua de mar*

Nom de l'autor

Grup

Data

### Resum

Una presentació breu que permeti identificar les característiques essencials de l'experiment (EXEMPLE: *Comparar les característiques fisicoquímiques d'aigües de diferent procedència*), el mètode emprat i l'equipament utilitzat (EXEMPLE: *Per a la caracterització s'ha utilitzat tant mètodes quantitius com qualitius*. No cal explicar en detall, sinó en general). Es poden avançar els resultats més remarcables (EXEMPLE: *Analitzant els resultats s'observa una diferència important entre les característiques de l'aigua de mar i la resta d'aigües analitzades*).

*Màxim 10 línies*

### Introducció

Consisteix en un breu plantejament teòric, original, que inclou les hipòtesis o coneixements de partida incloent-hi equacions matemàtiques, reaccions. Cal recordar que va destinat a un lector. És convenient numerar les equacions que s'han d'utilitzar i identificar les variables tot descrivint per a cadascuna el seu significat i les unitats que li corresponen.

Un model que es pot seguir és la introducció de la pràctica *Recompte de bacteris...* Tot el que s'hagi extret de bibliografia cal que s'indiqui posant entre parèntesis el nom de l'autor i l'any, i adjuntant la referència completa a l'apartat final de referències segons s'indica més avall.

*Màxim mitja pàgina*

### Objectius

De manera molt resumida i clara, es descriuen els objectius bàsics de la pràctica.

*Màxim 5 línies*

### Metodologia



En aquest apartat cal descriure de manera simplificada les anàlisis i mètodes aplicats en la pràctica. És convenient, en el cas d'utilitzar aparells, mencionar el model i la marca.

*EXEMPLE: Per determinar experimentalment la densitat es determina per pesada la massa d'un volum determinat de mostra d'aigua. La relació entre la massa i el volum donarà el valor de la densitat.*

*El pH de les mostres ha estat determinat mitjançant un pH-metre marca xxxx amb una precisió xxxx.*

*Màxim mitja pàgina*

### **Procediment experimental**

Aquest apartat **no cal incloure'l** a l'informe perquè ja està descrit en el guió de pràctiques. En aquesta secció es fa la descripció dels aparells (marca, model), els mètodes i els compostos utilitzats; es declara quina és la puresa dels reactius i com s'han purificat; es descriu el mètode d'anàlisi emprat; es presenta el sistema estudiat i en quines condicions s'ha treballat i com s'han controlat aquestes condicions; es diu com s'han mesurat els errors i la precisió de les mesures. S'explica el treball per ordre cronològic. Les observacions pròpies i els canvis efectuats en la metodologia van en aquesta secció. Convé incloure-hi els primers valors de caràcter més directe.

*No cal incloure'l*

### **Resultats i discussió**

Inclou la presentació de les dades obtingudes, els càlculs i la discussió dels resultats. En aquesta part es pot fer la comparació de la teoria i les hipòtesis de la introducció. Convé alternar text, taules i gràfics, si n'hi ha. Les taules i gràfics han d'estar numerats i esmentats en el text quan cal fer-ne referència.

*Màxim una pàgina sense tenir en compte taules, gràfics, fotos*

### **Conclusions**

S'exposen els resultats finals i se'n fa una valoració.

*Màxim 10 línies*

### **Apèndix**

Si l'experiment ho requereix s'hi poden incloure apèndixs amb dades, taules, etc. no presentades en el document. Han d'anar numerats, segons la referència que els correspongui en el text.

### **Referències**

Al final del document hi ha d'haver una llista numerada de les consultes bibliogràfiques. Aquestes han d'incloure la informació següent:

Per a llibres: nom dels autors, títol del llibre, editorial, lloc de publicació i any de publicació

Per a articles: nom dels autors, títol de l'article, nom de la revista, volum, pàgines inicial-final i any de publicació

Per a pàgines web: adreça i data de consulta

A més, quan redacteu l'informe heu de tenir en compte el següent:

## Estil

No s'ha de començar ni acabar mai una secció amb taules o figures. Cal utilitzar sempre algunes frases introductòries o finals. No s'ha de forçar estilísticament l'escriptura. L'objectiu és facilitar-ne la lectura. El text ha d'explicar per què són necessàries les taules o figures. El redactat ha de connectar les explicacions. Ha d'interessar.

L'estil ha de ser formal, breu, clar, senzill. No ha de ser col·loquial ni monòton. Ha de ser fàcil de llegir i comunicatiu. Convé utilitzar frases curtes, poques frases subordinades i no començar la frase amb una subordinada.

El treball propi (secció experimental) s'escriu en pretèrit, ja que la descripció és cronològica. El treball d'altres (introducció) s'escriu en present d'indicatiu. Cal evitar el futur i el condicional (tret de frases condicionals). No s'utilitza la primera persona. És preferible utilitzar la veu activa; la passiva no està prohibida (perquè ens permet no utilitzar la primera persona), però són preferibles les formes transitives. S'ha de fugir del gerundi (si no es refereix a fets simultanis) i, sobretot, dels gerundis encadenats.

S'ha de recordar que cal emprar els mateixos símbols en les equacions, les taules i les figures que s'utilitzen en el text.

Les taules i les figures s'han d'intercalar en el text sempre havent-se referenciat prèviament.

## Taules

Han de ser identificables. Han de tenir la seva pròpia referència en el text. S'han de numerar i han de portar un títol informatiu (que generalment fa referència a les condicions). Les columnes i files han d'estar correctament etiquetades. La informació va d'esquerra (dades primitives) a dreta (valors derivats per càlcul).

Les etiquetes han de comunicar paràmetres i unitats. No han de ser ambigües. Per exemple:  $M$  ( $\text{mol l}^{-1}$ ), de manera que es compleixi, per exemple:

$$M (\text{mol l}^{-1}) = 0,031$$

o bé

$$M (10^{-2} \text{ mol l}^{-1}) = 3,1$$

ja que llavors  $M = 0,031 \text{ mol l}^{-1} = 3,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol l}^{-1}$

## **Gràfics**

Representen visiblement una relació entre la variable dependent (en ordenades) i la variable independent (en abscisses). Han d'anar numerats, amb el nom de la figura, i tenir un títol de figura propi i descriptiu. Cal triar convenientment les escales de coordenades i recordar-ho si es determina el pendent gràficament. Els eixos han d'anar etiquetats amb la variable i les unitats. Els punts experimentals es representen mitjançant figures geomètriques (cercles, quadrats, triangles, etc.). Les línies, rectes o corbes, han de ser ajustades (no cal forçar-les perquè passin per tots els punts, ja que representen un comportament tendencial).

## 4. AIGUA DE MAR, AIGUA EMBOTELLADA I AIGUA DESTIL·LADA

En aquesta sessió de pràctiques analitzarem les característiques de diferents aigües i les compararem. El desenvolupament de la pràctica està dedicat a les operacions més bàsiques d'ús en tot laboratori químic: la pesada i la mesura de volums. Fem aquestes operacions de manera variada i diferent en funció del procés experimental que es duu a terme. En particular, les utilitzem per preparar dissolucions, mesurar densitats, prendre volums i pesos determinats.

### 4.1. INTRODUCCIÓ

#### 4.1.1. Material bàsic de laboratori

Abans d'entrar en un laboratori ens hem de familiaritzar amb el nom del material més utilitzat. Reviseu el material que trobareu a l'apartat 6. Annex (6.1. Material laboratori).

#### 4.1.2. Material volumètric

Per mesurar volums s'utilitzen quatre instruments: pipeta, bureta, proveta i matràs aforat.

##### Pipeta

S'utilitza per transferir volums de líquid que requereixen una certa exactitud. Les més utilitzades són les de **volum fix d'1, 2, 5, 10, 15, 50 mL**. També poden ser graduades, però llavors són menys exactes que les de volum fix o les buretes.

Per manipular-la cal submergir la punta de la pipeta al líquid i aspirar-lo mitjançant una pera. S'ha de deixar que el líquid superi lleugerament la marca d'aforament per posteriorment, i amb la pipeta col·locada verticalment, enrasar i deixar baixar molt a poc a poc el líquid fins que la part inferior del menisc quedi tangencialment a la marca d'aforament.

Llavors ja es pot deixar drenar el líquid per les parets del recipient.

Al final veureu que queda la punta plena de líquid. **NO OBLIGUEU A SORTIR AQUEST VOLUM DE LÍQUID QUE QUEDA A LA PIPETA**. Aquest ja s'ha tingut en compte en el calibratge de la pipeta.

En el cas que en el moment d'utilitzar la pipeta no estigués seca, esbandiu-la diverses vegades amb la dissolució que voleu prendre.

##### Bureta

Tot i que no la utilitzarem en aquesta pràctica, és també un estri emprat per transferir volums de líquid variable amb precisió. S'utilitza principalment per fer valoracions. La bureta està graduada i té una clau de vidre esmerilat que facilita el control del volum que s'aboca. Per a una bona manipulació d'aquest estri, cal anar amb compte **que no**

**quedi aire** a la punta de la bureta i enrasar sempre el líquid a zero. Cal anar amb compte amb la lectura i situar l'ull a l'altura del menisc.

### Proveta

S'utilitza tant per mesurar com per transferir volums amb poca precisió.

### Matràs aforat

El matràs aforat permet mesurar de manera precisa el contingut del recipient. S'utilitza per preparar volums de líquid que requereixen exactitud, com la preparació de dissolucions d'una concentració determinada. Poden tenir diferents capacitats, i els més comuns són de 25, 50, 250, 500 i 1.000 mL.

### Precisió dels estris de mesura volumètrica

Quan utilitzeu un estri volumètric mireu sempre la precisió que us dona. Generalment, aquesta informació està gravada al mateix instrument. Depenent de la classe (exemple: A o B) i de l'estri, l'error és diferent. Per a aquesta pràctica us proposem que anoteu sempre la precisió de l'estri utilitzat.

## 4.2. OBJECTIUS

L'objectiu de la pràctica és familiaritzar-se amb el material de mesura més bàsic d'un laboratori i saber utilitzar-lo correctament. Concretament es treballarà:

- el procediment de pesada
- la preparació de dissolucions
- la mesura de volums amb proveta i pipeta
- el calibratge i mesura d'aparells

## 4.3. MATERIAL

Aparells	Material	Reactius
Balança	Pipeta	Nitrat de plata
Conductímetre	Vas de precipitats	Clorur de bari
pH-metre	Matràs aforat de 100 mL	Carbonat sòdic
Dinamòmetre	Proveta	
Peu de rei	Pipeta Pasteur	
Termòmetre	Gradeta	
	Tubs d'assaig	
	Vareta de vidre	

## 4.4. PROCEDIMENT EXPERIMENTAL

### 4.4.1. Preparació de dissolucions i material per a la pràctica

Abans de començar pròpiament la pràctica, cal revisar si tenim tot el material disponible. Prepareu el material que necessiteu sobre el taulell de treball.

Cal revisar que les mostres amb què es treballarà estiguin preparades: aigua destil·lada, aigua embotellada i aigua de mar (s'hi pot incloure aigua de l'aixeta). Reviseu l'etiqueta de l'aigua embotellada i anoteu-ne les característiques.

Abans de començar la pràctica, cal preparar les dissolucions que necessitem. Si partim d'un sòlid haurem de determinar la massa que necessitem per preparar la concentració desitjada, mentre que si partim d'un líquid hem de calcular-ne el volum. Abans de fer els càlculs mireu l'etiqueta de l'envàs i preneu nota de les propietats que necessiteu conèixer (per a sòlids, la puresa i la hidratació, i per a líquids, la densitat i la puresa).

A la taula es dona la llista de dissolucions que necessiteu per a aquesta pràctica (columna esquerra “**solucions per preparar**”). Prepareu 100 mL de **les que us indiqui el professor/a**.

De les “**dissolucions per calcular**” n'heu d'escollir una i calcular el volum que necessitaríeu per preparar-ne 100 mL, tenint en compte que partiu d'una solució concentrada, les dades de la qual són a l'etiqueta.

Solucions per preparar	Dissolucions per calcular
Nitrat de plata 0,1 M (ja preparada)	Àcid fosfòric 3 M
Clorur de bari 1,2 M (prepareu-ne si en falta)	Àcid sulfúric 5 M
Carbonat sòdic 0,1 M	Amoníac 0,5 M
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,1 M	Àcid clorhídric 2 M
CaCl <sub>2</sub> 0,1 M	
NaCl 0,1 M	

Procediment per preparar la dissolució:

1. Feu els càlculs necessaris per preparar 100 mL de cadascuna de les dissolucions que us indiqui el professor.
- 2a. Si prepareu la dissolució **a partir d'un sòlid**:
  - Peseu en un vas de precipitats els grams calculats.
  - Afegiu-hi uns 50 mL d'aigua destil·lada. Agiteu-ho amb una vareta de vidre fins que el sòlid estigui dissolt. Si costa de dissoldre, afegiu-hi més aigua.
  - Transvaseu el líquid a un matràs aforat de 100 mL.
  - Torneu a afegir al vas uns 20 mL d'aigua i afegiu-ho al matràs aforat. Repetiu l'operació amb uns 20 mL. Hem de recuperar tot el solut!
  - Amb una pipeta Pasteur enraseu el matràs aforat a 100 mL. Mostreu al professor si està ben enrasat.

**2b.** Si prepareu la dissolució **a partir d'un líquid:**

- Preneu amb una pipeta el volum calculat i aboqueu-lo a un matràs aforat de 100 mL. Si el volum no és exactament el calculat, utilitzeu igualment la pipeta i recalculeu la concentració.
- Afegiu-hi uns 75 mL d'aigua destil·lada amb el flascó.
- Tapeu el matràs i agiteu la dissolució.
- Afegiu-hi aigua amb el flascó rentador fins que quedin uns mil·lilitres per arribar a l'enrasament.
- Amb una pipeta Pasteur enraseu el matràs aforat a 100 mL. Mostreu al professor si està ben enrasat.
- Torneu a tapar el matràs i agiteu la dissolució.

3. En el cas que la dissolució no s'utilitzi per a aquesta pràctica, guardeu-la en una ampolla correctament etiquetada, indicant-hi el nom del producte, la concentració i la data de preparació.

**4.4.2. Determinació de la densitat**

Determineu la densitat de les mostres d'aigua (aigua de mar, destil·lada i embotellada). Preneu 25 mL d'aigua, aboqueu-los en un vas de precipitats de 50 mL prèviament tarat i determineu-ne la massa.

A partir de la massa i el volum de l'aigua, calculeu-ne la densitat i anoteu-la a la taula corresponent. Anoteu la temperatura a la qual està l'aigua.

Compareu el valor de la densitat experimental amb el valor esperat a la temperatura de l'aigua (consulteu-ho al manual disponible al laboratori).

*Quin estri heu utilitzat per mesurar els 25 mL? Per què?*

**4.4.3. Determinació del pH i la conductivitat**

Calibreu el pH-metre seguint les instruccions que trobareu descrites en el mateix aparell.

Un cop calibrat correctament, analitzeu el pH de l'aigua per a cadascuna de les mostres. Preneu-ne uns 25 mL i aboqueu-los en un vas de precipitats de 50 mL. Enfonseu la sonda a l'aigua i anoteu el valor que mesura un cop s'estabilitzi.

Seguint el mateix procediment anterior, analitzeu la conductivitat de les diferents mostres d'aigua utilitzant un conductímetre. Preneu-ne uns 25 mL i aboqueu-los en un vas de precipitats de 50 mL.

*Quin estri feu servir per prendre els 25 mL?*

Enfonseu la sonda al vas de precipitats i anoteu el valor que mesura el conductímetre.

*Què mesura un conductímetre? Amb què es pot relacionar aquest valor?*

#### 4.4.4. Caracterització química de l'aigua

Per determinar la presència dels compostos més habituals a l'aigua ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  i  $\text{Cl}^-$ ) farem diferents experiments qualitius en un tub d'assaig. L'experiment es basa a identificar la presència de cadascun d'aquests compostos mitjançant reaccions de precipitació característiques i no de quantificació. Deixarem de banda el  $\text{HCO}_3^-$ , que s'analitzarà en el CAS 3.

El primer que farem seran unes proves en blanc. Preneu 3 tubs d'assaig i feu les barreges següents:

A 5 mL de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (0,1 M) afegiu  $\text{BaCl}_2$  (1,2 M) gota a gota fins que precipiti.  
Escriviu la reacció:

A 5 mL de  $\text{NaCl}$  (0,1 M) afegiu  $\text{AgNO}_3$  (0,1 M) fins que precipiti.  
Escriviu la reacció:

A 5 mL de  $\text{CaCl}_2$  (0,1 M) afegiu  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (0,1 M) fins que precipiti.  
Escriviu la reacció:

Ara, prepareu per cada mostra d'aigua 3 tubs d'assaig i afegiu 5 mL de mostra en cadascun. En cada mostra afegiu gota a gota amb una pipeta Pasteur un dels reactius següents:  $\text{AgNO}_3$  (0,1 M);  $\text{BaCl}_2$  (1,2 M);  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (0,1 M).

*Quin estri utilitzeu per prendre el volum tant de mostra com de reactius? Per què?*

Anoteu el que observeu segons: no precipita (NP), precipita tot i que costa de veure (P), precipita de manera important (P+).

Repetiu l'assaig amb les altres mostres d'aigua.

En el cas que en alguna de les mostres d'aigua no observeu l'aparició del precipitat esperat, podeu afirmar que no hi ha aquell compost a la mostra? Per què?

#### 4.4.5. Anàlisi de dades

Tabuleu el valor de la densitat de cada mostra d'aigua obtingut per cada persona del laboratori. Determineu-ne els valors mitjans.

Feu una consideració sobre les tècniques de pesada i de mesura volumètrica, les diferències en els resultats i les fonts d'error.

#### 4.4.6. Residus

Abans de marxar, cal netejar tot el material i esbandir-lo amb aigua destil·lada. Finalment, cal endreçar-ho tot.

Els residus generats a la pràctica cal classificar-los i abocar-los als contenidors corresponents.

*Quins residus heu generat en aquesta pràctica? A quin contenidor els heu abocat?*



## **4.5. ESQUEMA DEL PROCÉS EXPERIMENTAL**

## **4.6. ANOTACIONES**



## 4.7. RECULL I TRACTAMENT DE DADES

**PRÀCTICA: CAS 1**

NOM: .....

GRUP: .....

**AIGUA DE MAR, AIGUA DESTIL·LADA I AIGUA EMBOTELLADA**

### 4.7.1. Preparació de dissolucions i del material de pràctiques

#### Material de pràctiques

Dades etiqueta aigua embotellada:

#### Preparació de dissolucions

Dissolució per preparar:

Concentració:

Dades segons etiqueta:

Volum per preparar:  
 Massa o volum per prendre:  
 Càlculs:

Estri utilitzat:  
 Estri utilitzat:

Precisió:  
 Precisió:

Dissolució per preparar:

Concentració:

Dades segons etiqueta:

Volum per preparar:  
 Massa o volum per prendre:  
 Càlculs:

Estri utilitzat:  
 Estri utilitzat:

Precisió:  
 Precisió:

Quan s'utilitza la proveta?

Quan s'utilitza el matràs?

#### 4.7.2. Determinació de la densitat

**Mostra:** .....  
Volum:                      Estri utilitzat:                      Precisió:  
Massa:                      Estri utilitzat:                      Precisió:  
  
Densitat:

**Mostra:** .....  
Volum:  
Massa:  
Densitat:

**Mostra:** .....  
Volum:  
Massa:  
Densitat:

*Quin estri heu utilitzat per mesurar els 25 mL? Per què?*

Densitat esperada (manual): ..... a una temperatura de .....

Compareu els resultats de les densitats entre les aigües i amb el valor esperat.  
Comenteu-ne els resultats:

#### 4.7.3. Determinació del pH i la conductivitat

**Mostra:** .....  
pH:  
Conductivitat:

**Mostra:** .....  
pH:  
Conductivitat:

**Mostra:** .....  
pH:  
Conductivitat:

Quin estri heu utilitzat per mesurar els 25 mL? Per què?

Què mesura un conductímetre?

Amb què es pot relacionar aquest valor?

#### 4.7.4. Caracterització química de l'aigua

Quin estri utilitzeu per prendre els 10 mL tant de volum de mostra com de reactius?  
Per què?

Anoteu el que observeu segons: no precipita (NP), precipita tot i que costa de veure (P), precipita de manera important (P+).

	<b>AgNO<sub>3</sub></b>	<b>BaCl<sub>2</sub></b>	<b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b>
Aigua de mar			
Aigua embotellada			
Aigua destil·lada			

Tenint en compte que els ions que volem identificar són els més habituals a l'aigua (Ca<sup>2+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> i Cl<sup>-</sup>), identifiqueu les reaccions que han tingut lloc:

..... + AgNO<sub>3</sub> → ..... + .....

..... + BaCl<sub>2</sub> → ..... + .....

..... + Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> → ..... + .....

A partir dels resultats, descriu quins ions heu identificat en cada mostra d'aigua:

Aigua de mar:

Aigua embotellada:

Aigua destil·lada:



	Unitats	Aigua destil·lada	Aigua de mar	Aigua embotellada	Etiqueta aigua embotellada
Densitat					
Tensió superficial					
pH					
Conductivitat					
Sulfats					
Clorurs					
Calci					
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		-	-	-	

Relacioneu densitat, conductivitat i presència dels compostos estudiats.

*Quin ió dels proposats a la taula creieu que influeix principalment en el valor de pH?  
Per què?*

#### **4.7.7. Residus**

*Quins residus heu generat en aquesta pràctica?*

*A quin contenidor els heu abocat?*

**ABANS DE MARXAR DEL LABORATORI TOT HA D'ESTAR ENDREÇAT I NET.**



### 4.7.8. Qüestions

1. És important fer servir sempre una mateixa balança durant un experiment? Per què?

2. Si es depassa la marca del matràs aforat en preparar una dissolució, què es pot fer? Aquest error, quin efecte tindria sobre els valors calculats?

3. Les balances mesuren masses o pesos? Així, és correcte dir que pesem NaCl sòlid, per exemple? En cas negatiu, què hauríem de dir?

## 4.8. ANNEX

### 4.8.1. Els errors

#### Errors experimentals

En acabar qualsevol experiment, cal fer l'anàlisi qualitativa i quantitativa dels errors. Un error en una mesura és la diferència entre el seu valor real i el valor experimental. Si es vol calcular l'error d'una mesura, cal saber, per tant, el valor real. Això és possible poques vegades, ja que normalment aquest valor no es coneix. El millor que es pot fer és determinar la mesura de tal manera que l'error sigui el més petit possible. Aleshores, si no es coneix el valor real, mitjançant mètodes estadístics es pot calcular l'interval de valors acceptables que haurien d'incloure el valor real i es rebutgen els valors experimentals que cauen fora d'aquest interval.

#### Errors sistemàtics i aleatoris

Hi ha dos tipus generals d'errors: els errors sistemàtics i els errors aleatoris. En principi, els errors sistemàtics es poden eliminar. Els errors aleatoris, altrament, poden arribar a ser relativament petits, però no poden eliminar-se. Els exemples següents ens ajudaran a distingir entre els dos tipus d'error.

Els errors sistemàtics són sempre positius o negatius, és a dir, tenen magnitud i signe invariables. Afecten l'exactitud de la mesura, no la precisió. Per exemple, una balança pot donar sempre una lectura amb 1,0 mg de més; una pipeta pot donar sempre 0,23 mL per sota dels 25,0 mL que suposem que lliura; una anàlisi basada en la precipitació d'un compost pot portar sempre a un valor que és 0,62% massa baix, ja que no precipita tot el compost. Cal estar-ne assabentat i saber eliminar els errors sistemàtics; i, si no es pot, almenys tenir-los en compte. Abans d'aplicar l'estadística per determinar l'interval de valors acceptables, s'han d'eliminar els errors sistemàtics o fer-hi correccions. Són errors que depenen del disseny i de l'execució de l'experiment. Són detectables i corregibles.

Els errors aleatoris ocasionen una dispersió de les dades. Tenen causes indeterminades. Afecten la reproductibilitat i la fiabilitat de les dades. Si són petits, les mesures són precises. De vegades, el valor obtingut és massa gran i, de vegades, massa petit. En llegir un termòmetre, quin grau de certesa es té de no fer un error de 0,1°C? Fins i tot amb un bon utilatge i amb tècniques acurades es fan estimacions en llegir termòmetres, balances analítiques, buretes, etc. Això origina errors aleatoris. Els errors són aleatoris en el sentit que és tan probable que l'estimació sigui alta com baixa. Si es representa gràficament la freqüència —és a dir, el nombre de vegades que s'obté un valor determinat en un gran nombre de mesures dividit pel nombre total de mesures fetes—, quan només hi ha errors aleatoris i el nombre de valors disponible tendeix a l'infinit, s'obté una corba en forma de campana anomenada *corba de distribució de Gauss*.

Els errors en les mesures es poden rectificar en el cas dels errors grollers (de lectura d'instruments o de càlculs inadequats) i dels errors sistemàtics (alteracions constants generalment provocades pels instruments). Els errors aleatoris (incerteses) els provoquen les interpolacions i ajustaments que cal fer, les escales emprades, els factors perturbadors que no es poden controlar, etc. Apliquem als aleatoris la distribució normal.

## 4.8.2. Tractament estadístic de les dades

### Mostra

Anomenem *mostra estadística* el conjunt de valors,  $x_i$ , que hem obtingut en fer una sèrie de mesures de la mateixa propietat.

### Valor mitjà o mitjana

Els científics redueixen els dubtes sobre la validesa de les dades mitjançant la repetició del procediment experimental. S'obtenen, si s'han fet  $n$  assajos, per a un mateix paràmetre experimental, una sèrie de valors  $x_i$ . Per a mostres petites, la mitjana és

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Per a mostres grans, un mateix valor pot presentar-se diverses vegades ( $i$  és la freqüència del valor  $f_i$ ). Llavors, la mitjana és

$$m = \frac{\sum f_i x_i}{\sum f_i}$$

També es pot escriure en funció del nombre total de mesures,  $n$ , ja que  $n = \sum f_i$ .

Si la mostra és infinita, el valor mitjà és el valor que es troba en el punt mitjà de la corba de Gauss.

### Desviació estàndard

La desviació estàndard,  $\sigma$ , és un paràmetre de la distribució de Gauss. Mesura el grau de dispersió de les dades. Es defineix, en el cas de la distribució ideal, si disposem d'un gran nombre de mesures i podem considerar que el nombre d'assajos tendeix a l'infinit, com

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

## 4.8.3. Xifres significatives

Els dígits d'un nombre són significatius fins al primer dígit distint de zero (inclusivament) que figura en el terme de precisió  $\pm$ . Per exemple, en el valor  $2,137 \pm 0,028$ , el primer dígit dubtós de 2,137 és el segon decimal, 3, ja que coincideix amb el primer dígit distint de zero del terme  $\pm 0,028$ . Per tant, el nombre consta de 3 xifres significatives i és 2,14.

En alguns casos, es coneix la precisió de la mesura. Se sap, per exemple, que les buretes tenen una exactitud de  $\pm 0,02$  mL. Per tant, les lectures d'una bureta poden ser: 16,03 mL, 20,17 mL, 4,54 mL; i no 16 mL, 20,2 mL o 4,546 mL.

La balança analítica dona correctament el pes fins a la primera dècima de mil·ligram. Mesures com 25,612 g o 25,61200 g són incorrectes perquè la primera té massa poques xifres significatives i, per tant, menys precisió que la mesura experimental, i la segona suposa més precisió que la real i té massa xifres significatives. La dada correcta és 25,6120 g.

L'ús de xifres significatives és particularment problemàtic quan es fan operacions aritmètiques, ja que, com se sap, el resultat d'una divisió pot portar-se fins a un nombre indefinit de decimals.

En sumes i restes, el resultat final no ha de tenir més xifres significatives, a la dreta de la coma decimal, que les del valor menys precís.

Exemple:

$\begin{array}{r} 2,721 \text{ g} \\ 6,14 \text{ g} \\ 0,113 \text{ g} \\ \hline 8,974 \text{ g} = 8,97 \text{ g} \end{array}$	$\begin{array}{r} 3,427 \text{ g} \\ 2,21 \text{ g} \\ 0,1182 \text{ g} \\ \hline 5,7552 \text{ g} = 5,76 \text{ g} \end{array}$
--	--

Com que el segon sumand dels dos exemples és significatiu només fins al segon decimal, per donar correctament les sumes s'ha d'escriure sols fins a la segona xifra decimal. A l'hora d'arrodonir, cal veure si la primera xifra rebutjada és inferior, igual o superior a 5. Si és 5 o superior, l'última xifra retinguda s'incrementa en una unitat. Si és inferior a 5, no es modifica l'última xifra retinguda.

Quan es divideix o es multiplica, cal tenir en compte que el resultat no pot tenir més xifres significatives que el nombre menys precís.

#### 4.8.4. Material de laboratori

En aquest apartat es presenta el material més utilitzat en un laboratori químic. Cal conèixer-ne el nom tècnic i la utilitat.

En general, quan s'utilitza el material de laboratori s'ha de tenir la precaució que estigui ben net i sec. Un cop l'acabem d'utilitzar, cal rentar-lo amb cura, esbandir-lo amb aigua destil·lada i deixar-lo eixugar. En el cas que l'hàgim retolat per identificar-lo, cal eliminar-ho.

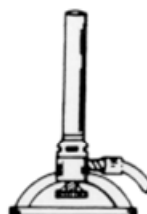
## MATERIAL DE LABORATORI:



flascó rentador



escombreta



Bunsen



tub d'assaig

gradeta  
per a tubs d'assaig

triangle



reixeta



cristal·litzador



placa de Petri



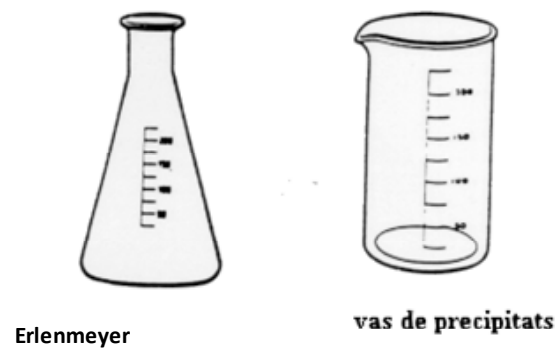
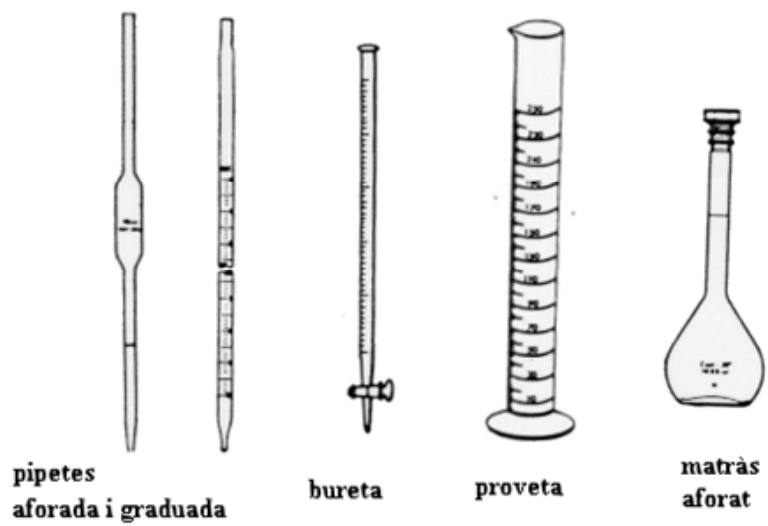
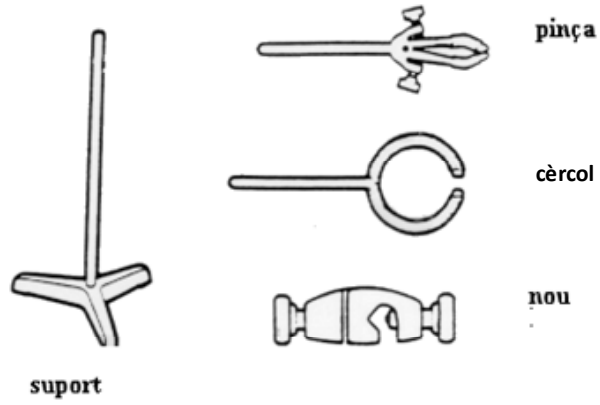
vidre de rellotge

morter,  
mà de mortercàpsula  
de porcellana

gresol



pesafiltres



**MATERIAL DE SEPARACIÓ:**



**embut Büchner**



**embut  
de forma alemanya**

**Kitasato**



**tap**



**embut de decantació**



**columna  
de cromatografia**





## 5. RECOMPTE DE BACTERIS VIABLES DE LA LLET

El desenvolupament de la pràctica inclou les operacions més bàsiques d'un laboratori microbiològic, tenint molt presents les condicions d'esterilitat sota les quals s'ha de treballar per no contaminar els cultius. També farem l'èmfasi sobre l'establiment correcte de bancs de dilucions a partir d'una dissolució inicial.

### 5.1. INTRODUCCIÓ

La llet és un aliment perible, és a dir, que es fa malbé amb facilitat. És un medi nutritiu que conté carbohidrats, proteïnes, lípids, vitamines i minerals. Tot i això, també conté antimicrobians com la caseïna, la lactoferrina i el lisozim que eviten el creixement d'alguns microorganismes. En condicions normals, quan la llet surt de la vaca (llet crua) sol contenir microorganismes provinents de la canal del mugró de l'animal i el contingut bacterià total en les condicions higièniques actuals és de l'ordre de  $10^5$  ufc/mL (unitats formadores de colònies per mL). Una càrrega elevada de bacteris contaminants a la llet intervé en el deteriorament de les caseïnes, però es pot evitar controlant les condicions d'estabulació dels animals, sobretot de la temperatura, ja que pot incrementar la concentració de bacteris als mugrons. Conservar la llet acabada de muntar a 4°C permet estabilitzar el nombre de bacteris, tot i que algunes espècies poden proliferar fins i tot a baixes temperatures. Els microorganismes més freqüents a la llet són els enterobacteris, i la seva eliminació definitiva s'aconsegueix mitjançant la pasteurització. Pel que fa a les llets pasteuritzades, el nombre màxim permès, per normativa, és de 5 ufc/mL d'enterobacteris (Reglament CE núm. 2073/2005).

### 5.3. OBJECTIUS

L'objectiu de la pràctica és familiaritzar-se amb el material i els procediments bàsics d'un laboratori microbiològic. Concretament:

- Utilització de material bàsic de laboratori: pipetes, provetes...
- Preparació d'una dissolució de medi de cultiu (balança, ajustament del pH)
- Utilització de l'autoclau
- Sembra d'un medi de cultiu en plaques de Petri (cabina de flux laminar-UV)
- Preparació d'un banc de dilucions
- Treball en condicions estèrils
- Utilització de micropipetes automàtiques
- Sembra homogènia en superfície amb la nansa de Digralsky
- Recomptes d'unitats formadores de colònies en plaques de Petri

### 5.2. MATERIAL

A l'annex (apartat 5.6) trobareu una relació de les normes bàsiques del laboratori, i també una descripció detallada de la composició dels reactius utilitzats a la pràctica.

Aparells	Material	Reactius
pH-metre	Ampolles de vidre de coll ample amb tap autoclavables	Medi de cultiu PCA ( <i>plate count agar</i> ) en pols
Agitador magnètic i imant	Provetes de mínim 50 mL	Dissolució de Ringer autoclavada
Autoclau	Micropipetes automàtiques i puntes	Llet de vaca pasteuritzada UHT
Cabina de flux laminar amb raigs ultraviolats	Gradeta per a tubs d'Eppendorf	Llet de vaca no pasteuritzada
Incubadora a 37°C	Tubets d'Eppendorf autoclavats	Dissolucions de NaOH 0,5 M i HCl 1 M per ajustar el pH
Cremador Bundsen	Vasos de precipitats	Dissolucions de calibratge del pH-metre (pH = 7 i pH = 4)
Bany d'aigua a 60°C	Vidres de rellotge	
Balança	Cinta indicadora del procés d'esterilització a l'autoclau	
	Plaques de Petri estèrils	
	Nanses de Digrafsky d'un sol ús estèrils	
	Guants específics per al maneig del material calent	

### Tubs d'Eppendorf

Tubets cònics de plàstic que han agafat el nom d'una coneguda marca de material de laboratori. Es caracteritzen per tenir un tancament propi i per encabir volums petits de 0,5, 1,5 o 2 mL. Són molt útils per a mostres de poc volum en les quals s'utilitzen micropipetes i existeixen moltes centrifugues adaptades a la forma d'aquests tubets.

### Autoclau

L'autoclau és un sistema d'esterilització per calor humida que es basa en la desnaturalització de les proteïnes. Aquesta tècnica es porta a terme mitjançant una atmosfera saturada de vapor d'aigua sota pressió, de manera que l'aigua es pot escalfar a 121°C sense que bulli. El temps requerit és més breu quan més petits són els volums i les mides dels objectes que s'hagin d'esterilitzar. En general, s'utilitzen temps d'esterilització d'entre 15 i 45 minuts. L'esterilització estàndard necessària per inactivar irreversiblement les espores bacterianes és de 121°C a 1 atm de pressió durant 20 minuts. L'ús de cintes indicadores permet saber si el procés d'esterilització ha transcorregut correctament.

### Cremador Bundsen

El cremador Bundsen emet una flama que permet treballar en condicions estèrils en un radi de 15 cm al voltant. S'utilitza també per flamejar la boca de tubs i ampolles de vidre un cop s'han obert per tal d'evitar possibles microorganismes que s'hagin deixat en el procés d'obertura, i evitar així que entrin en contacte amb el medi de cultiu.

### Cabina de flux laminar

Per treballar còmodament sota condicions estèrils, la majoria de laboratoris disposen d'una cabina de flux laminar, tant per a cultius cel·lulars com microbiològics. Es tracta

d'una cabina que emet un flux continu d'aire des de la part superior fins a la superfície de treball i que fa de pantalla a l'entrada de contaminants de fora la cabina. Un vidre d'obertura variable separa l'exterior de l'interior de la cabina. Tot el material que s'entra a la cabina s'ha d'haver esterilitzat prèviament i cal ruixar amb alcohol tant les mans com el material que hi entri. El treball amb guants sota la cabina és imprescindible. Abans de la utilització de la cabina es deixa 20 minuts encès el llum ultraviolat (bombeta de mercuri de 254 nm) per tal d'esterilitzar completament la superfície de treball. **No ens hem d'exposar directament als raigs ultraviolats, són cancerígens!**

### Nansa de Digrafsky

Hi ha diversos tipus de sembra segons si el medi és sòlid o líquid i segons si el que es vol és aïllar microorganismes, mantenir cultius purs, obtenir cultius confluents o quantificar microorganismes. En aquesta pràctica es pretén fer un recompte de bacteris i per tant s'utilitzarà la sembra homogènia en placa (*spread-plate*) mitjançant la nansa de Digrafsky. Es tracta d'una nansa de forma triangular que permet l'extensió de la mostra líquida sobre agar solidificat fins que aquest l'absorbeix.

## 5.4. PROCEDIMENT EXPERIMENTAL

### 5.4.1. Preparació del medi de cultiu (agar)

Per poder fer el recompte de bacteris viables de la llet a la placa de Petri s'utilitzarà el medi PCA (*plate count agar*) i se'n prepararan 50 mL de la manera següent, tal com indica l'etiqueta del producte:

- Peseu en una balança 1,175 g de PCA en pols fent ús del vidre de rellotge i l'espàtula.
- Preneu 50 mL d'aigua destil·lada amb una proveta i aboqueu-los dins l'ampolla de vidre.
- Afegiu-hi el PCA.
- Poseu un imant dins l'ampolla i dissoleu la dissolució amb un agitador magnètic.
- Mesureu el pH amb el pH-metre prèviament calibrat i ajusteu-lo a 7,00 amb les solucions de NaOH o de HCl.
- Traieu l'imat de dins l'ampolla.
- Tapeu l'ampolla sense enroscar completament i poseu cinta indicadora del procés d'esterilització a l'autoclau.
- Esterilitzeu el medi a l'autoclau.

### 5.4.2. Esterilització del medi a l'autoclau

Per tal d'eliminar qualsevol font de contaminació potencial procedent del medi de cultiu cal esterilitzar-lo prèviament a l'autoclau.

- Comproveu que hi hagi aigua destil·lada dins l'autoclau.
- Poseu les ampolles de medi preparades anteriorment dins l'autoclau tenint cura que no toquin les parets de l'autoclau.
- Tanqueu l'autoclau.
- Tanqueu l'aixeta de vapor!!!
- Poseu en marxa l'autoclau amb un programa adequat (20 min, 121°C, 1 atm).
- Quan l'autoclau indiqui que ha acabat el procés d'esterilització:

- a) Comproveu que la pressió és igual a zero.
- b) Comproveu que la temperatura és igual o inferior a 90°C.
- c) Obriu l'aixeta del vapor.
- d) Atureu l'autoclau.
- e) Agafeu les ampolles de medi amb el guant adient per evitar cremar-vos.
- f) Poseu les ampolles en un bany d'aigua a 60°C prèviament preparat fins al moment de sembrar el medi.

### 5.4.3. Sembrar el medi

La sembra dels bacteris es farà sobre el medi PCA prèviament solidificat en plaques de Petri.

- Esterilitzeu la cabina de flux laminar per radiació ultraviolada durant 20 minuts (just abans d'utilitzar-la). Això permetrà assegurar condicions estèrils sobre la superfície i l'ambient de treball. És convenient netejar la superfície amb etanol abans d'irradiar-la amb la llum ultraviolada.
- Quan l'ampolla del medi ja no cremi i es pugui tocar sense guants, obriu el flux d'aire de la cabina i tot seguit atureu la radiació ultraviolada.
- Amb les mans netes, obriu l'ampolla de medi i aboqueu uns 25 mL de medi de cultiu per placa de Petri (aproximadament fins a la meitat).
- Deixeu les plaques semiobertes fins que el medi hagi solidificat.

### 5.4.4. Banc de dilucions de la llet crua

A causa dels processos de pasteurització UHT als quals se sotmet la llet comercial, el nombre de colònies que s'espera trobar en aquest tipus de mostra és baix. En canvi, la llet crua (no pasteuritzada) conté un nombre major de bacteris i es fa necessari establir un banc de dilucions per trobar la dilució més adequada per al recompte de colònies bacterianes. Per dur a terme el banc de dilucions cal seguir el procediment que es detalla a continuació:

- Obriu el cremador Bunsen i treballeu dins el radi estèril de la flama (aproximadament uns 15 cm).
- Prepareu un banc de dilucions de la llet de vaca no pasteuritzada (de  $10^{-1}$  a  $10^{-7}$ ) tot seguint l'esquema següent:

Dilució	<b><math>10^{-1}</math></b>	<b><math>10^{-2}</math></b>	<b><math>10^{-3}</math></b>	<b><math>10^{-4}</math></b>
Factor de dilució	<b>10</b>	<b>100</b>	<b>1.000</b>	<b>10.000</b>
Volum de llet	0,1 mL de $10^0$	0,1 mL de $10^{-1}$	0,1 mL de $10^{-2}$	0,1 mL de $10^{-3}$
Volum de Ringer	0,9 mL	0,9 mL	0,9 mL	0,9 mL

- Utilitzeu micropipetes automàtiques i tubets d'Eppendorf per a la preparació d'aquest banc. Cal assegurar-se que la dilució preparada és homogènia (barregeu invertint l'Eppendorf) abans de preparar la dilució següent.

*Per què les puntes de les pipetes, els tubs d'Eppendorf i el Ringer han d'estar prèviament autoclavats?*

### 5.4.5. Sembra homogènia dels bacteris de la llet

Sembreu (dins el radi estèril de la flama) en les diferents plaques de Petri preparades anteriorment les mostres de llet següents:

- 0,1 mL directes (dilució  $10^0 = 1$ ) de llet pasteuritzada UHT
  - 0,1 mL de llet no pasteuritzada de dilució  $10^{-1}$
  - 0,1 mL de llet no pasteuritzada de dilució  $10^{-2}$
  - 0,1 mL de llet no pasteuritzada de dilució  $10^{-3}$
  - 0,1 mL de llet no pasteuritzada de dilució  $10^{-4}$
- Per fer la sembra (Figura 1.1), preneu un volum de 0,1 mL d'una de les mostres de llet amb la micropipeta automàtica i inoculeu-lo a la superfície del medi de la placa. Immediatament després, esteneu-lo, sense fer pressió, per tot el medi amb la nansa de Digiralsky estèril de plàstic fins que detecteu que el medi l'ha absorbit (al principi es nota que la nansa llisca molt suaument, i a mesura que l'agar del medi absorbeix la mostra, llisca més dificultosament). És convenient fer rodar la placa amb una mà alhora que amb l'altra mà s'estén la mostra amb la nansa de Digiralsky, tal com s'indica en l'esquema següent. També es recomana mantenir la placa coberta amb la tapa deixant només l'espai suficient perquè hi passi la nansa; així es disminueix el risc de contaminacions.



**Figura 1.1.** Sembra de bacteris

- Tapeu les plaques i retoleu-les adequadament (tipus de medi, mostra sembrada, dilució de la mostra, data, nom de l'alumne) per la part més allunyada del centre de la placa, i mai a la tapa.
- Poseu les plaques dins la incubadora a 37°C durant 24 hores en posició invertida per evitar la caiguda de gotes de condensació sobre la sembra.

### 5.4.6. Recompte dels bacteris viables (ufc)

- Compteu el nombre de colònies presents a cada placa sembrada, expressant-ho com a ufc (unitats formadores de colònies). Una placa no serà vàlida per al recompte si presenta més de 150 ufc.
- Calculeu el nombre d'ufc/mL per a cada placa vàlida:

**$\Sigma$ colònies / (volum mostra sembrada a la placa x dilució mostra sembrada)**

Recordeu que, per normativa, a la llet UHT haurien de sortir valors de menys de 5 ufc/mL. Una placa amb 0 colònies equivaldrà a  $< 1$  ufc/mL. Aquest fet és una excepció, ja que cal tenir present que en la majoria de recomptes microbiològics s'espera que hi hagi creixement, i en aquests casos es consideren vàlides només les plaques que tenen entre 15 i 150 colònies.

Per comptar, resulta molt útil posar la placa a contrallum i marcar amb puntes cadascuna de les ufc fent ús d'un retolador permanent.

## **5.5. ESQUEMA DEL PROCÉS EXPERIMENTAL**



## **5.6. ANOTACIONS**

## 5.7. RECULL I TRACTAMENT DE DADES

**PRÀCTICA: CAS 1**

NOM: .....

GRUP: .....

### RECOMPTE DE BACTERIS VIABLES DE LA LLET

#### 5.7.1. Preparació del medi

Dades del medi segons l'etiqueta del producte (incloent-hi el lot):

Volum per preparar:

Pes mitjà PCA per prendre:

pH final:

#### 5.7.2. Esterilització del medi PCA

Temps d'esterilització:

Pressió:

Temperatura:

*L'esterilització ha estat efectiva? Per què?*

#### 5.7.3. Sembra del medi

Nre. total de plaques preparades:

Volum per placa:

Temps d'esterilització de la cabina prèvia a la sembra (UV):

Temps aproximat de solidificació de l'agar:

#### 5.7.4. Banc de dilucions de la llet crua

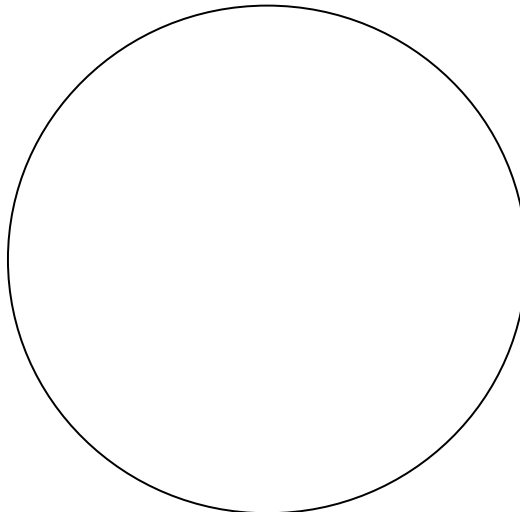
Feu un esquema visual del banc de dilucions que heu preparat per a la llet no pasteuritzada i indiqueu el material utilitzat per agafar els diferents volums.

*Per què les puntes de les pipetes, els tubs d'Eppendorf i el Ringer han d'estar prèviament autoclavats?*

*Per què s'ha diluït només fins a  $10^{-4}$ ?*

#### 5.7.5. Sembra dels bacteris de la llet i recompte

5.7.5.1. Anoteu a la placa de Petri següent la retolació de la vostra placa i calculeu el nombre de ufc/mL.



*És vàlida la vostra placa per al recompte? Per què?*

*Per què s'han sembrat diferents dilucions de llet no pasteuritzada?*

*Per què la llet comercial s'ha sembrat no diluïda?*

Expresseu en ufc/mL els bacteris viables de cada mostra tenint en compte les dades de tota la classe (rèpliques).

<b>Mostra llet i dilució</b>	<b>Plaques totals</b>	<b>Plaques vàlides (N)</b>	<b>Mitjana (<math>\mu</math>) ufc/mL</b>	<b>Desviació estàndard (<math>\pm</math> SD)</b>
<b>UHT</b>				
<b>Crua <math>10^{-1}</math></b>				
<b>Crua <math>10^{-2}</math></b>				
<b>Crua <math>10^{-3}</math></b>				
<b>Crua <math>10^{-4}</math></b>				

*Quina dilució ha estat la més adient per poder determinar les ufc/mL de la llet de vaca no pasteuritzada? Per què?*

*Es compleix en la llet UHT el valor establert per llei d'un màxim de 5 ufc/mL d'enterobacteris (Reglament CE núm. 2073/2005)?*

*En el cas que algunes plaques s'hagin contaminat, exposeu quins punts del procediment poden haver provocat aquesta contaminació.*

## 5.8. ANNEX

### 5.8.1. Normes al laboratori microbiològic

- Utilitzeu sempre la bata.
- Renteu-vos les mans amb sabó en començar a treballar i, sobretot, abans de sortir del laboratori.
- En el cas concret de les radiacions ultraviolades, cal estar segurs que la làmpada no està encesa si ens disposem a treballar dins la campana de flux laminar.
- Cal mantenir suficientment separat de la flama qualsevol dissolvent inflamable.
- Hem de treballar sempre asseguts, a l'altura de la flama, ja que tot sovint no es distingeix de l'entorn i fàcilment podem oblidar-ne la presència.
- S'ha de comprovar que qualsevol estri o medi que hagi estat dins l'autoclau o el forn es troba a temperatura adient, i protegir-nos amb guants específics abans de tocar-lo directament.
- No hem de llençar mai material o estris a les escombraries fins que no estiguin a temperatura ambient si els hem tret de l'autoclau, el bany o el forn.
- Tot material microbiològic s'ha de llençar al contenidor adequat per poder-lo esterilitzar posteriorment.
- En el cas de petits incendis, s'ha d'utilitzar sempre la manta ignífuga per apagar-los.
- En el cas de cremades, si la lesió ha estat en una zona descoberta cal disminuir ràpidament la temperatura sota un raig d'aigua durant ben bé 10 minuts. Si la cremada s'ha produït en una zona coberta de roba, s'ha de refredar sota l'aixeta, però mai no s'ha d'arrencar o treure, i cal dirigir-se directament a un centre mèdic.

En general, quan s'utilitza el material de laboratori s'ha de tenir la precaució que estigui ben net i sec. Un cop hem acabat d'utilitzar-lo, cal rentar-lo amb cura, esbandir-lo amb aigua destil·lada i deixar-lo eixugar. En el cas que hagi estat retolat per identificar-lo, cal eliminar-ho.

**ABANS DE MARXAR DEL LABORATORI TOT HA D'ESTAR ENDREÇAT I NET.**

### 5.8.2. Reactius

<b>AGAR RECOMPTE EN PLACA (PCA)*</b>		
<u>Composició (g/l)</u>		<u>Preparació</u>
Triptona	5	Dissoleu 23,5 g en un litre d'aigua destil·lada i ajusteu el pH a 7. Esterilitzeu a l'autoclau durant 20 min a 121°C.
Extracte de llevat	2,5	
Dextrosa	1	
Agar	15	
pH 7,0 ± 0,2		
*És un medi nutritiu, encara que no gaire ric, per a l'enumeració de microorganismes en aigües i aliments en general.		

<b>DISSOLUCIÓ DE RINGER*</b>		
<u>Composició (g/l)</u>		<u>Preparació</u>
Clorur de sodi	2,25	Per a procariotes, dissoleu 2,5 g en un litre d'aigua destil·lada, ajusteu el pH a 7 i esterilitzeu a l'autoclau durant 20 min a 121°C.
Clorur potàssic	0,105	
Clorur càlcic	0,12	
Bicarbonat sòdic	0,050	
pH 7,0 ± 0,2		
*És una dissolució isotònica per a la dilució de mostres problema en l'anàlisi bacteriològica.		

### 5.9. Bibliografia

ADSA-MICRO. *Medios de cultivo para microbiología*. ADSA-MICRO SA, 1981.

BROOK [et al.]. *Biology of microorganisms*. 7th ed. Prentice Hall International Editions, 1994.

DIFCO. *Manual de bacteriología (recopilación de técnicas)*. 1978.

ELEY, R. *Intoxicaciones alimentarias de etiología microbiana*. Zaragoza: Ed. Acribia, 1994.

Article divulgatiu sobre controls de qualitat en llet crua:

<<http://www.covib.org/descargas/covib608.pdf>>

REGLAMENT (CE) núm. 2073/2005 DE LA COMISSIÓ de 15 de novembre de 2005 relatiu als criteris microbiològics aplicables als productes alimentaris (vegeu la pàg. 18):

<[http://aplicaciones.mapa.es/documentos\\_cuotas/151RTO2073DE05CRITERIOSMICROB.pdf](http://aplicaciones.mapa.es/documentos_cuotas/151RTO2073DE05CRITERIOSMICROB.pdf)>

Documents sobre legislació espanyola del sector lacti:

<<http://www.mapa.es/app/vocwai/ListadoDocumentos.aspx?tg=legislacion&sec=ict&lng=es>>



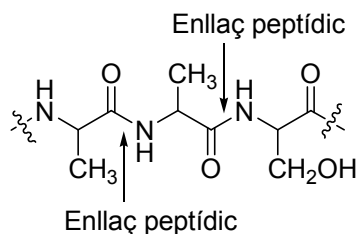
## 6. DETERMINACIÓ DE LES PROTEÏNES DE LA LLET

En aquesta sessió de pràctiques es determinarà la concentració de proteïnes de la llet mitjançant el mètode de Bradford. Aquest mètode implica la preparació d'una recta patró i la utilització d'un espectrofotòmetre. Per a això, s'emprarà material bàsic de laboratori (pipetes, micropipetes, provetes, matrassos, entre d'altres) i es faran operacions habituals en un laboratori, com ara la pesada, la mesura de volums, la preparació de solucions, la filtració d'una suspensió, la preparació de solucions diluïdes a partir d'una de més concentrada i la mesura de l'absorbància d'aquestes dissolucions.

### 6.1. INTRODUCCIÓ

D'entre els compostos que formen part dels éssers vius destaquen les proteïnes, ja que són els components cel·lulars més abundants i, alhora, desenvolupen un paper clau en pràcticament tots els processos biològics. Algunes proteïnes, els enzims, determinen els tipus de transformacions químiques que són possibles a les cèl·lules; altres proteïnes desenvolupen funcions immunitàries, de transport o d'emmagatzematge de substàncies, de suport mecànic, de moviment o de transmissió d'impulsos nerviosos. És per això que és important mantenir un balanç proteic adequat a través de la dieta, i la llet n'és una bona font.

Les proteïnes són polímers lineals de  $\alpha$ -aminoàcids units a través d'enllaços peptídics.



Existeixen diversos mètodes per trobar la concentració de proteïnes d'una mostra, com ara la determinació de l'absorbància a 280 nm i els mètodes de Biuret, Lowry i Bradford. Tant el mètode de Biuret com el de Lowry es basen en la formació de derivats colorats de les proteïnes. Concretament, es formen complexos colorats entre l'ió cúpric i l'enllaç peptídic.

En aquesta pràctica s'utilitzarà el mètode de Bradford, publicat per Bradford el 1976. Aquest mètode es basa en la unió d'un colorant hidrofòbic, el blau de Coomassie G-250, a les proteïnes. Aquest colorant pren una tonalitat vermelloso-marronosa quan es troba lliure en una dissolució aquosa àcida, mentre que quan s'uneix a les proteïnes origina un color blau intens que es pot mesurar fàcilment per espectroscòpia d'absorció. L'absorbància d'aquest compost blavós és màxima a una longitud d'ona de 595 nm. Així, la concentració de proteïnes d'una mostra es pot determinar mitjançant la mesura de l'absorbància d'una dissolució de la mostra problema i blau de Coomassie a 595 nm. Aquest mètode presenta dos avantatges principals: d'una banda, és més ràpid i fàcil de fer que els mètodes de Biuret i de Lowry i, de l'altra, és més sensible que aquests dos mètodes i que el de la mesura de l'absorbància a 280 nm. Un dels pocs inconvenients del mètode de Bradford és que cal evitar la presència



de detergents atès que interfereixen en la interacció del colorant amb les proteïnes. Per tant, caldrà tenir cura que tot el material estigui ben esbandit i lliure de detergents.

## 6.2. OBJECTIUS

Els objectius d'aquesta pràctica són:

- Entendre la utilitat de la preparació d'una recta patró i de la colorimetria per determinar la concentració de proteïnes d'una mostra.
- Consolidar i ampliar les habilitats apreses en les pràctiques anteriors pel que fa a la utilització correcta del material de mesura d'un laboratori i a la realització d'operacions habituals en un laboratori. Concretament, es treballarà:
  - el procediment de pesada
  - la mesura de volums amb pipetes, micropipetes, provetes i matrassos
  - la preparació de solucions diluïdes a partir d'una de més concentrada
  - la filtració d'una suspensió
  - la mesura de l'absorbància de dissolucions

Aquests objectius s'assoliran mitjançant la determinació de la concentració de proteïnes presents a la llet.

## 6.3. MATERIAL

Aparells	Material	Reactius i dissolvents
Balança	Vidre de rellotge	Llet de vaca entera UHT
Agitador magnètic	Espàtula	Albúmina sèrica bovina (BSA)
Espectrofotòmetre	Vasos de precipitats	Aigua destil·lada
	Pipetes (2, 3 i 5 mL)	Blau de Coomassie G-250
	Pera	Etanol absolut
	Matrassos aforats (50 i 10 mL)	Àcid fosfòric 85%
	Proveta (50 mL)	
	Pipeta Pasteur de plàstic	
	Micropipeta i puntes	
	Imant	
	Erlenmeyer (100 mL)	
	Embut de vidre	
	Paper de filtre	
	Gradeta	
	Tubs d'assaig	
	Film de plàstic i tisoires	
	Cubetes de plàstic	
Vareta de vidre		

## 6.4. PROCEDIMENT EXPERIMENTAL

### 6.4.1. Preparació del reactiu de Bradford

Blau de Coomassie G-250	5 mg
Etanol	2,5 mL
Àcid fosfòric	5 mL
Aigua destil·lada	fins a un volum final de 50 mL

El professor prepararà davant els alumnes la dissolució de colorant blau de Coomassie G-250 en etanol per a tots els estudiants:

- Peseu els ..... mg necessaris de colorant fent ús del vidre de rellotge i una espàtula.
- Aboqueu el colorant en un vas de precipitats de vidre amb l'ajut de l'espàtula.
- Preneu amb ..... el volum d'etanol (..... mL) necessari i afegiu-lo al vas de precipitats.
- Recupereu el colorant adherit al vidre de rellotge mitjançant un petit rentat amb unes gotes de la dissolució que s'acaba de preparar utilitzant una pipeta Pasteur de plàstic.
- Dissoleu la dissolució amb un agitador magnètic i un imant.

A partir d'aquest moment, es continuarà la preparació del reactiu en grups de 2 estudiants:

- Preneu amb..... 2,5 mL de la dissolució de blau de Coomassie G-250 en etanol preparada.
- Aboqueu-la en ..... de 50 mL.
- Mesureu 5 mL d'àcid fosfòric utilitzant ....., i afegiu-lo a la dissolució anterior. COMPTE: Aquesta operació s'ha de fer amb guants i sota la campana extractora de gasos.
- Afegiu-hi uns 30 mL d'aigua destil·lada, mesurats amb l'ajut de .....
- Dissoleu la dissolució, agitant el matràs suaument.
- Acabeu d'enrasar amb aigua destil·lada utilitzant una pipeta Pasteur de plàstic.
- Torneu a agitar.
- Finalment, filtreu la dissolució preparada fent ús d'un Erlenmeyer, un embut de vidre i paper de filtre retallat de manera convenient.

*Per què és important portar guants per manipular l'àcid fosfòric?*

*Per què l'àcid fosfòric s'ha de manipular sota la campana?*

### 6.4.2. Preparació d'una dissolució de BSA

Per determinar la concentració de proteïnes d'una mostra cal preparar una recta patró a partir d'una sèrie de dissolucions d'una proteïna patró o estàndard de concentració coneguda. La millor proteïna patró és sempre una preparació purificada de la proteïna que s'ha de quantificar. Quan això no és possible, llavors cal utilitzar una altra proteïna com a patró o estàndard relatiu, i, en aquest cas, el resultat de la quantificació és un valor relatiu. En aquesta pràctica s'utilitzarà l'albumina sèrica bovina (BSA) com a proteïna patró relativa. En primer lloc, es prepararà una dissolució de BSA de

concentració 1 mg/mL i, a partir d'ella, diferents solucions diluïdes de concentració coneguda.

Procediment per preparar 250 mL d'una dissolució de BSA de concentració 1 mg/mL (per a tots els alumnes):

BSA	250 mg
Aigua destil·lada	fins a un volum final de 250 mL

- Peseu 250 mg de BSA fent ús del vidre de rellotge i una espàtula.
- Aboqueu la BSA en un vas de precipitats de vidre amb l'ajut de l'espàtula.
- Afegiu-hi uns 225 mL d'aigua destil·lada.
- Recupereu la BSA adherida al vidre de rellotge mitjançant un petit rentat amb unes gotes d'aigua destil·lada.
- Dissoleu suaument la dissolució amb un agitador magnètic i un imant.
- Transvaseu la dissolució en ....., enraseu a 250 mL amb aigua destil·lada i agiteu de nou.

*Per què és important que l'agitació sigui suau?*

#### 6.4.3. Preparació de les solucions per a l'elaboració de la recta patró

A partir de la dissolució de BSA de concentració 1 mg/mL es prepararan diferents solucions de concentració coneguda. A la taula es dona la llista de solucions per preparar. Això es farà en grups de 2 estudiants, de manera que el primer estudiant prepararà les solucions d'1, 0,5 i 0,2 mg/mL i l'altre, la resta de solucions.

Cal preparar 10 mL de cada dissolució, prenent el volum de BSA 1 mg/mL necessari i afegint-hi el volum necessari d'aigua destil·lada fins a 10 mL. A la taula que segueix apunteu els volums que cal prendre per preparar cada alíquota.

	1 mg/mL	0,7 mg/mL	0,5 mg/mL	0,3 mg/mL	0,2 mg/mL	0 mg/mL
BSA 1 mg/mL						
Volum final						

*Quin estri cal utilitzar per mesurar la BSA 1 mg/mL necessària? Per què?*

*Quin estri cal utilitzar per obtenir el volum final de 10 mL? Per què?*

#### 6.4.4. Preparació de la dissolució de llet de vaca

Aquesta part es farà en grups de 2 estudiants.

Prepareu 10 mL d'una dissolució de llet de vaca entera UHT en aigua destil·lada (1:40).

*Quin volum de mostra de llet heu de prendre?*

*Quins estris cal utilitzar? Per què?*

*Per què cal diluir la llet per fer l'anàlisi?*

### 6.4.5. Mesura espectrofotomètrica i elaboració de la recta patró

Aquesta part es farà en grups de 2 estudiants.

- Prepareu 6 tubs d'assaig i poseu en cadascun d'ells, amb una micropipeta automàtica, 0,1 mL (100 microlitres) d'una de les dissolucions de BSA preparades anteriorment (0, 0,2, 0,3, 0,5, 0,7 i 1 mg/mL).
- Afegiu 5 mL del reactiu de Bradford a cadascun dels 6 tubs.
- Tapeu els tubs amb film de plàstic per tal de mesclar bé la mostra per inversió suau del tub (2 o 3 vegades).
- Al cap d'uns 10 minuts, mesureu l'absorbància de cadascuna de les mostres dels tubs anteriors en un espectrofotòmetre a una longitud d'ona de 595 nm. Prèviament, cal ajustar l'aparell al zero d'absorbància amb el tub del blanc sense proteïna (BSA 0 mg/mL).
- S'utilitzarà només una de les cubetes de plàstic i la mesura de l'absorbància de les mostres es farà en ordre creixent de concentració.
- Anoteu els valors d'absorbància per tal d'elaborar la recta patró.

*Per què cal utilitzar una micropipeta per mesurar 0,1 mL?*

*Quin estri cal utilitzar per mesurar els 5 mL de reactiu de Bradford?*

*Per què és convenient fer la mesura de l'absorbància de les mostres en ordre creixent de concentració?*

### 6.4.6. Determinació de la concentració de proteïnes de la llet de vaca

Aquesta part es durà a terme en grups de 2 estudiants, paral·lelament a l'apartat 6.4.5.

- Prepareu 1 tub d'assaig i poseu-hi 0,1 mL de la dissolució de llet 1:40.
- Afegiu-hi 5 mL del reactiu de Bradford i barregeu-ho bé segons el procediment descrit anteriorment.
- Al cap d'uns 10 minuts, mesureu l'absorbància de la mostra a 595 nm en l'espectrofotòmetre, utilitzant l'altra cubeta de plàstic.
- Determineu, per interpolació, la concentració de proteïnes de la mostra de llet, tenint en compte el factor de dilució corresponent.

## **6.5. ESQUEMA DEL PROCÉS EXPERIMENTAL**

## **6.6. ANOTACIONS**



## 6.7. RECULL I TRACTAMENT DE DADES

**PRÀCTICA: CAS 1**

NOM: .....

GRUP: .....

### DETERMINACIÓ DE LA CONCENTRACIÓ DE PROTEÏNES DE LA LLET

#### 6.7.1. Preparació del reactiu de Bradford

Observacions que us facilitaran la preparació d'aquest reactiu en properes ocasions:

- Material de laboratori emprat

- Manipulació dels reactius

- Canvis de color i altres canvis observats

*Per què és important portar guants per manipular l'àcid fosfòric?*

*Per què l'àcid fosfòric s'ha de manipular sota la campana?*

#### 6.7.2. Preparació d'una dissolució de BSA

Observacions que us facilitaran la preparació d'aquesta dissolució en properes ocasions:

- Material de laboratori emprat

- Manipulació dels reactius



- Canvis de color o altres canvis observats

*Per què és important que l'agitació sigui suau?*

### **6.7.3. Preparació de les solucions per a l'elaboració de la recta patró**

- Càlculs

- Material de laboratori emprat

*Quin estri cal utilitzar per mesurar la BSA 1 mg/mL necessària? Per què?*

*Quin estri cal utilitzar per obtenir el volum final de 10 mL? Per què?*

### **6.7.4. Preparació de la dissolució de llet de vaca**

- Càlculs

*Quin volum de mostra de llet heu de prendre?*

Observacions que us facilitaran la preparació d'aquesta dissolució en properes ocasions:

- Material de laboratori emprat

- Canvis de color o altres canvis observats

*Quins estris cal utilitzar? Per què?*

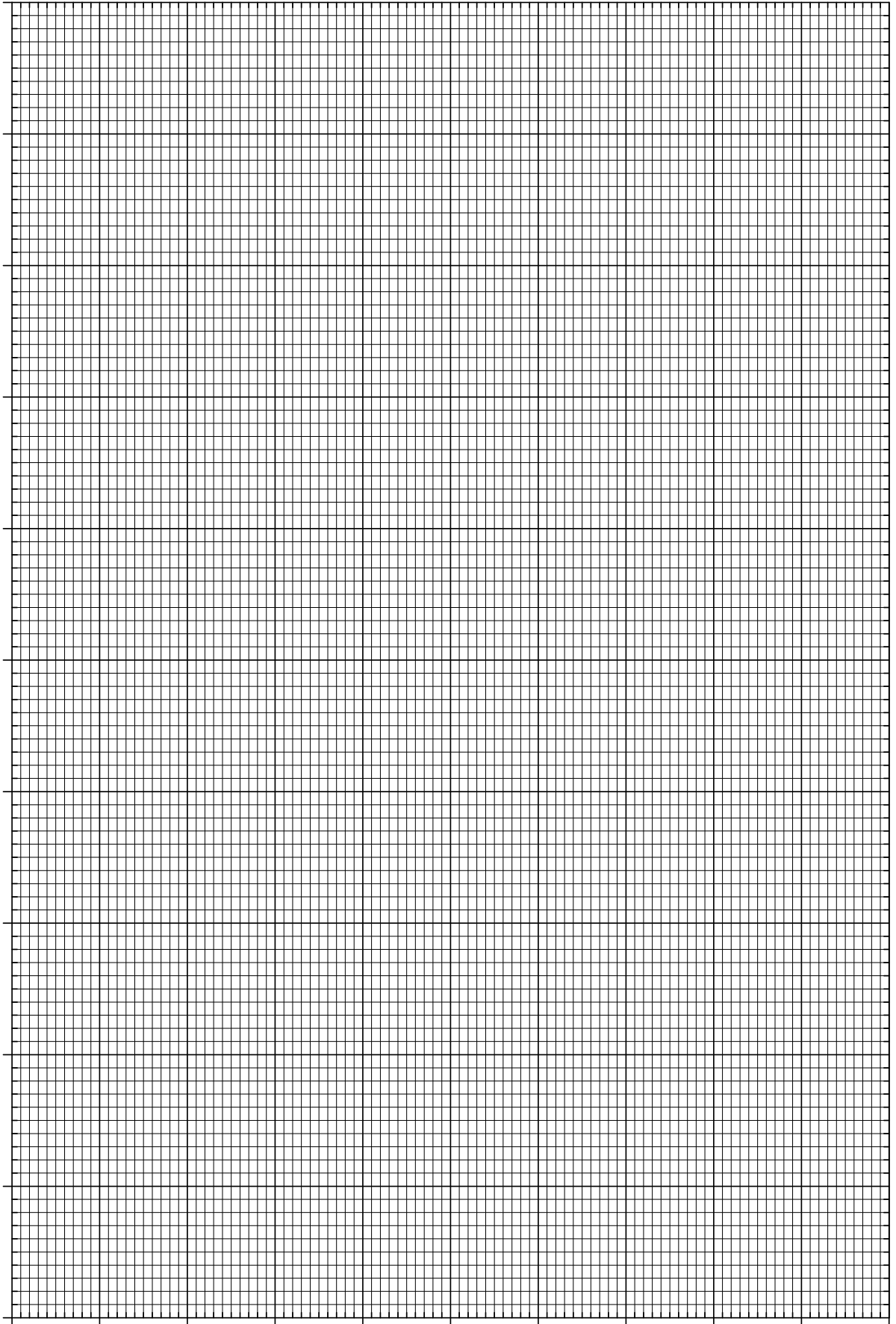
*Per què cal diluir la llet per fer l'anàlisi?*

#### **6.7.5. Mesura espectrofotomètrica i elaboració de la recta patró**

- Valors d'absorbància obtinguts:

	1 mg/mL	0,7 mg/mL	0,5 mg/mL	0,3 mg/mL	0,2 mg/mL	0 mg/mL
Absorbància						

Representeu al paper mil·limetrat adjunt l'absorbància a 595 nm de cadascun dels tubs que contenen la BSA enfront de la concentració de proteïna corresponent (mg/mL). Posteriorment, calculeu l'equació de la recta de regressió lineal i comproveu el seu coeficient de correlació.



*Per què cal utilitzar una micropipeta per mesurar 0,1 mL?*

*Quin estri cal utilitzar per mesurar els 5 mL de reactiu de Bradford?*

*Per què és convenient fer la mesura de l'absorbància de les mostres en ordre creixent de concentració?*

#### **6.7.6. Determinació de la concentració de proteïnes de la llet de vaca**

Interpoleu a la recta patró el valor d'absorbància obtingut de la mostra de llet diluïda per tal de saber-ne la concentració de proteïnes.

Tenint en compte la dilució feta en la mostra de llet analitzada, calculeu la concentració de proteïnes de la llet de vaca comercial. Expresseu el resultat en grams de proteïna per 100 mL de llet.

Compareu el resultat amb el que indica la casa comercial a l'envàs.

#### **6.7.7. Qüestions**

1. Quina és la utilitat de preparar una recta patró per determinar la concentració de proteïnes de la llet?

2. Per què la colorimetria és una tècnica convenient per determinar la concentració de proteïnes de la llet?

3. Compareu la concentració de proteïnes obtinguda amb la que indica la casa comercial a l'envàs.

## 6.8. ANNEX

### 6.8.1. Espectroscòpia d'absorció i llei de Lambert-Beer

Les tècniques colorimètriques es basen en l'espectroscòpia d'absorció, que fou una de les primeres tècniques emprades en la bioquímica experimental. En elles, es treballa en les regions del visible i de l'ultraviolat (180-800 nm) de l'espectre electromagnètic de la llum (Figura 1.2).

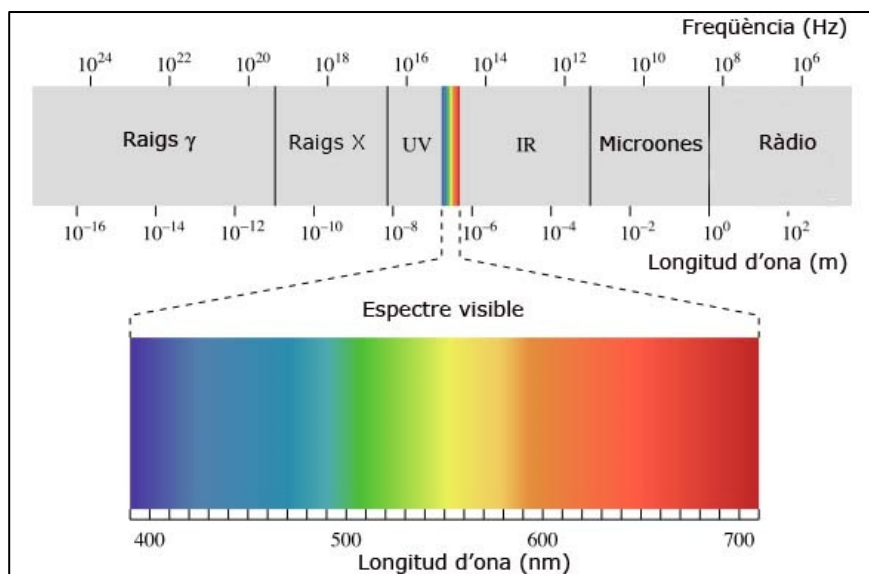


Figura 1.2. Espectre electromagnètic de la llum (Arbiol, R., 2009)

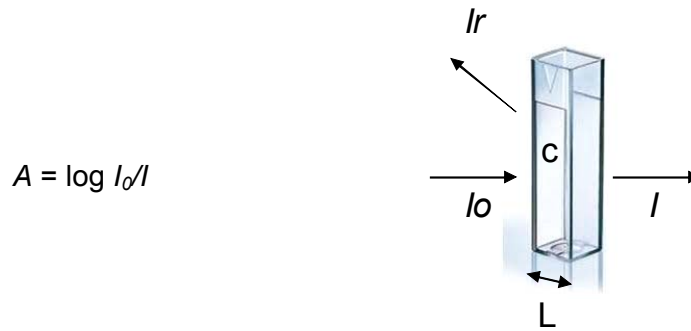
Quan la llum incideix en una dissolució de molècules es donen bàsicament dos processos: la reflexió (en un sentit ample del terme) i l'absorció de la llum. L'espectre d'absorció característic de cada molècula s'obté mesurant la llum absorbida en funció de la longitud d'ona. Aquesta mesura es fa en un espectrofotòmetre, en el qual la mostra es col·loca en una cubeta i se sotmet a un raig de llum monocromàtica.

Si se selecciona una determinada longitud d'ona, l'eficiència d'absorció d'una determinada molècula a aquesta longitud d'ona és definida per la llei de Lambert-Beer.

La llei de Lambert-Beer relaciona la llum absorbida per una molècula amb la seva concentració:

“Quan un raig de llum monocromàtica travessa un medi amb capacitat d'absorbir llum, la seva intensitat disminueix exponencialment amb relació a l'amplada del pas de llum del medi i a la seva concentració.”

L'absorbància és la mesura de la relació entre la intensitat de la llum incident sobre la mostra ( $I_0$ ) i la intensitat de llum tramesa ( $I$ ) a través de la mostra (Figura 1.3).



**Figura 1.3.** Representació dels dos processos que es donen en incidir un feix de llum d'una longitud d'ona determinada sobre una dissolució

La relació entre  $I$  i  $I_0$  depèn del pas de llum ( $L$ ) i de la concentració ( $c$ ):  
Si partim de la relació exponencial:

$$I = I_0 e^{-k c L}$$

$$\ln I/I_0 = -k c L$$

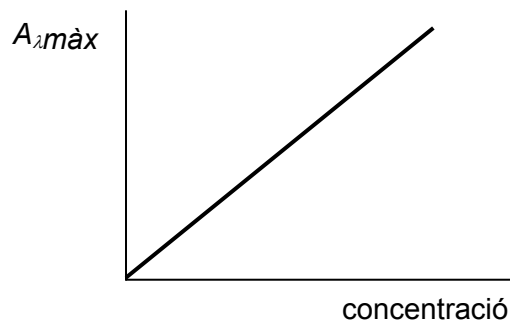
$$2,303 \log I_0/I = k c L$$

$$\log I_0/I = k / 2,303 c L$$

**$\epsilon c L = \text{absorbància}$**

El coeficient d'extinció molar ( $\epsilon$ ) es defineix com l'absorbància d'una dissolució de concentració 1 M en una cubeta d'1 cm de pas de llum. Quan no es coneix la massa molecular d'una substància, el coeficient d'extinció molar es pot expressar com  $\epsilon_{\lambda}^{\%}$ , que es defineix com l'absorbància d'una dissolució 1% (1 g / 100 mL) de substància pura per una cubeta d'1 cm de pas de llum a una determinada longitud d'ona.

Si es manté el pas de llum ( $L$ ) constant, per a una determinada longitud d'ona s'obté una relació lineal entre la concentració i l'absorbància (Figura 1.4).

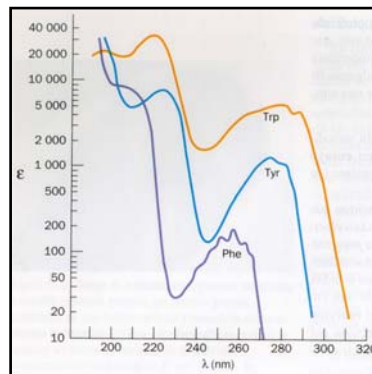


**Figura 1.4.** Esquema de la relació lineal entre l'absorbància i la concentració a una determinada longitud d'ona

La linealitat entre absorbància i concentració es perd a concentracions elevades per diversos motius, com ara processos de dissociació, agregació molecular, variació de l'índex de refracció, límit de lectura de l'aparell...

### 6.8.2. Aplicacions bioquímiques de l'espectroscòpia d'absorció

L'espectre ultraviolat-visible (UV-VIS) permet identificar biomolècules no conegudes. La longitud d'ona on s'obté un màxim d'absorció ( $\lambda_{m\grave{a}x}$ ) pot servir per identificar una determinada substància. Algunes molècules contenen grups funcionals cromòfors que presenten espectres característics. Per exemple, la forma reduïda del NAD absorbeix a 340 nm. Els àcids nucleics presenten un màxim d'absorció característic a la regió de 260 nm a causa de les bases nitrogenades. L'absorció que presenten les proteïnes a 280 nm es deu al seu contingut en aminoàcids que presenten anells aromàtics com ara les tirosines o els triptòfans. En la Figura 1.5 es presenta l'espectre d'aquests dos aminoàcids.



**Figura 1.5.** Espectre d'absorció UV dels aminoàcids fenilalanina, triptòfan i tirosina. Wetlaufer DB. (1962)

### 6.9. BIBLIOGRAFIA

Arbiol, R. (2009). Sensors i captació primària de dades. *Revista Catalana de Geografia*, IV època, volum XIV, núm. 37. <http://www.rcg.cat/articles.php?id=162>

Bradford MM. (1976) A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. *Anal. Biochem.*, 72:248-254.

Wetlaufer, D. B. (1962). Ultra violet spectra of proteins and amino acids. *Adv. Prot. Chem.* 17, 303-391.

# 7. PER QUÈ SÓN ÚTILS ELS MINERALS I LES ROQUES

## 7.1. INTRODUCCIÓ

Els minerals són els fonaments del nostre planeta, formen totes les roques de l'escorça i la resta de capes interiors de la Terra. Els minerals són la base de la societat industrial, i el seu aprofitament com a georecurs ha permès a la humanitat assolir un grau de desenvolupament extraordinari en un temps molt breu de la llarga història geològica del planeta.

La gran diversitat de composicions químiques, d'estructures cristal·lines, d'enllaços químics entre els seus àtoms, etc., confereix als minerals tot un seguit de propietats (físiques, químiques, òptiques i elèctriques, entre d'altres) que els fan interessants per a in comptables aplicacions d'ús quotidià. Com a font de metalls, semimetalls i no metalls són quasi infinits els usos que se'n deriven. En brut o processats, la nostra societat necessita els minerals per a quasi tot, i en la nostra vida diària estem envoltats de productes que els contenen. Amb un petit itinerari pel campus intentarem veure alguns materials geològics d'origen mineral d'ús quotidià.

La majoria de les propietats d'un mineral es poden determinar per procediments diagnòstics senzills i ràpids, sense haver de recórrer a tècniques analítiques sofisticades i, sovint, costoses. Conèixer quines són les propietats més destacables d'una espècie mineral ens permetrà fer-nos una idea clara de quin potencial d'usos té com a matèria primera, i per tant optimitzar les aplicacions a les quals s'enfoca la seva explotació.

D'entre les nombroses propietats més significatives, en aquesta pràctica determinarem el color, la diafanitat, la lluïssor, el color de la ratlla, l'exfoliació/fractura, la duresa i la densitat d'una sèrie de mostres problema. Aquestes corresponen a minerals utilitzats en materials quotidians que haurem vist en un petit itinerari pel campus, o bé a altres dels quals tindrem productes derivats al laboratori. Això ens permetrà desxifrar què fa adequats aquests minerals per als usos als quals van destinats.

Com a components bàsics de les roques, tant monominerals com poliminerals, en condicions d'exposició als agents atmosfèrics molts minerals tendeixen a reequilibrar-se físicament i químicament amb les noves condicions ambientals, que normalment són diferents d'aquelles en què es formaren a les profunditats de l'escorça. Això significa que s'alteren, es transformen o fins i tot queden destruïts, la qual cosa afecta la cohesió de la roca que els conté. Qualsevol roca exposada a la superfície terrestre està abocada irremissiblement a la meteorització, i els seus components minerals acabaran extrets de l'emplaçament que ocupen, sota la forma de petits fragments, o com a ions en dissolució a l'aigua que hi entri en contacte. Determinarem la solubilitat d'alguns minerals i roques, cosa que ens permetrà treure conclusions sobre la seva durabilitat com a materials de construcció, i sobre la seva capacitat d'aportar mineralització a les aigües subterrànies que hi circulin en un entorn geològic natural.



## 7.2. OBJECTIUS

Amb l'estudi de diversos materials d'ús quotidià que tenen components d'origen mineral i que són presents a l'entorn del campus, es pretén donar a conèixer un seguit de tècniques d'observació, descripció, representació i diagnòsi aplicables a minerals i roques. Amb el fil argumental de la relació entre característiques, propietats, i els pros i contres de les aplicacions d'aquests materials, les tècniques que es treballaran durant l'activitat són:

- Observació al camp, descripció i síntesi d'informació sobre materials i processos geològics que els afecten.
- Aplicació de tècniques estàndard de determinació de propietats físiques, químiques i òptiques de minerals i roques.
- Utilització d'eines d'observació visual amb diferents augments.

## 7.3. MATERIAL NECESSARI

Aparells	Material	Líquids
Balança Conductímetre	Lupa de sobretaula Lupa de camp Equip de duresa de minerals Placa de porcellana Placa de vidre Punxó metàl·lic Vas de precipitats	Aigua corrent Aigua destil·lada Àcid clorhídric diluït (10%)

## 7.4. PROCEDIMENTS EXPERIMENTALS

### 7.4.1. Catalogació de materials geològics quotidians a l'entorn del campus

Abans d'entrar al laboratori farem un breu itinerari per la Facultat de Ciències i altres edificis pròxims. Ens fixarem en diversos elements constructius dels edificis que estan formats, totalment o parcial, per materials d'origen mineral. Procureu no molestar els altres usuaris del campus, respecte l'entorn i els béns i no malmeteu els materials.

Dirigiu les vostres observacions del més gran al més petit, d'allò més general als detalls. Comenceu mirant-ho des d'uns metres de distància i després acosteu-vos-hi fins a pocs centímetres. Discrimineu el que és general i representatiu del que és poc important. Que quelcom sigui petit no vol dir que no tingui interès, així que per mirar de prop podeu fer servir una lupa de camp. Les lupes de camp es col·loquen a tocar de l'ull, procurant no fer-nos ombra nosaltres mateixos, i a continuació hi acostem l'objecte a observar o bé ens hi atansem si està fix. Per estimar-ne la duresa o resistència podeu intentar rascar el material primer amb l'ungla, després amb un objecte metàl·lic (clau, navalla) i finalment si cal amb un tros de vidre. El professor disposarà d'àcid clorhídric diluït per si creieu que és oportú comprovar com afecta el

material. Procurarem fer les proves més agressives en llocs on no se'n noti l'efecte, com ara arran de terra, en racons no visibles o en fragments ja trencats si n'hi ha.

Per a cadascun dels punts d'observació heu de contestar les qüestions següents, i anotar-ho en l'informe de laboratori.

- a) Quin nom comú o comercial rep el material observat?
- b) Quina aplicació se li dona en el punt d'observació?
- c) Sabríeu dir de quin tipus de roca es tracta, i quin nom rep?
- d) Identifiqueu els seus components bàsics (minerals, fòssils, mida, percentatges...).
- e) Descriviu-ne l'estructura interna (massiu, estratificat, laminat, plegat, cristal·lí, clàstic, porós, fracturat, mida de les partícules...).
- f) En condicions d'exposició a la intempèrie, a quin tipus i procés d'alteració està sotmès, i quin grau d'afectació mostra el material?
- g) Intenteu deduir quines propietats el fan útil per a l'ús a què va destinat, i valoreu la seva durabilitat en condicions d'exposició permanent als agents atmosfèrics.

#### **7.4.2. Determinació de propietats dels minerals i relació amb les seves aplicacions**

Un cop a l'aula, aquesta part de la pràctica es divideix en quatre activitats que farem rotativament, en grups de tres o quatre persones on cadascú treballarà individualment. Cada activitat consta d'un conjunt de mostres de diferents minerals d'aspecte similar (hi ha baritina, calcita, fluorita, guix, halita i quars). També teniu uns exemples de productes i materials quotidians que estan formats per aquests minerals, o que en contenen. En l'activitat determinarem algunes propietats físiques, químiques i òptiques d'aquests minerals, i basant-nos en les que els fan útils per a uns usos determinats, associarem els minerals amb els esmentats productes i en discutirem l'aptitud per a aquests usos.

De les mostres, n'heu de determinar els paràmetres que es demanen segons els procediments especificats. Heu d'anar anotant els resultats en les taules de síntesi que trobareu a l'informe de laboratori.

##### *7.4.2.1. Color, diafanitat, color de la ratlla, lluïssor, exfoliació i fractura, fluorescència*

El color d'un mineral respon a la longitud d'ona de la llum que absorbeix (si té una diafanitat transparent o translúcida) o que reflecteix (si és opac). La majoria de minerals presenten una gran variabilitat en el color a causa de les impureses de la seva composició, així que el color extern no es pot considerar com un bon element de diagnòsi. Observeu la mostra a simple vista i amb una lupa de sobretaula, i anoteu-ne el color i la diafanitat.

El color de la ratlla és el que mostra la pols d'un mineral, que sempre és el mateix per a una determinada espècie, i és per tant una bona característica identificativa. Rasqueu lleugerament la mostra amb un punxó i fixeu-vos en el color de la pols que deixa. Si no en deixa, feu el mateix amb una placa de vidre, i si no, rasqueu la mostra sobre una placa de porcellana.

La lluisor és l'aspecte de la superfície d'un mineral quan reflecteix la llum blanca que hi incideix. A grans trets pot ser metàl·lica, no metàl·lica o mat. En el segon cas hi ha unes quantes variants: les més comunes són lluisor vítria (similar a la del vidre, és molt freqüent), adamantina (molt més brillant que el vidre), nacrada (similar a la de les perles), resinosa, sedosa i grassa (d'aspecte greixós).

Si al mineral es reconeixen superfícies preferents de trencament, amb unes orientacions concretes, es diu que presenta exfoliació. Aquesta pot ser laminar, fibrosa, prismàtica, tabular, cúbica, octaèdrica, dodecaèdrica o romboèdrica. Si no es trenca segons cap patró geomètric específic, es diu que el mineral presenta fractura. Aquesta pot ser irregular, terrosa, polsinosa o concoïdal. Per determinar l'exfoliació o la fractura no cal trencar la mostra: utilitzeu una lupa de sobretaula per examinar-ne de prop la superfície.

La fluorescència és l'emissió espontània de llum que fan els àtoms d'un mineral en ser excitats amb llum ultraviolada. Aneu fins a la vitrina que hi ha al costat de la porta d'entrada a l'aula i anoteu a la taula quins minerals presenten fluorescència i de quin color.

Diafanitat	Lluisor	Exfoliació	Fractura
Transparent	Metàl·lica	Laminar	Irregular
Translúcid	No metàl·lica	Fibrosa	Terrosa
Opac	- Vítria	Tabular	Polisinosa
	- Adamantina	Prismàtica	Fibrosa/estelosa
	- Nacrada	Cúbica	Concoïdal
	- Resinosa	Octaèdrica	
	- Sedosa	Dodecaèdrica	
	- Grassa	Romboèdrica	
	Mat (sense lluisor)		

*A què et sembla que es deu la manera com es trenca un mineral?*

#### 7.4.2.2. Duresa

És la resistència que ofereix un mineral a ser ratllat, tallat o perforat. L'escala de Mohs estableix relacions de duresa entre minerals o objectes per assignar-los un valor relatiu comprès entre 1 (duresa mínima) i 10 (duresa màxima). Un mineral ratlla els de duresa inferior i és ratllat pels de duresa superior.

Rasqueu una mica la mostra de mineral progressivament amb objectes de duresa cada cop més gran fins a esbrinar quina duresa té. Comenceu fent servir l'ungla, i continueu amb una moneda de coure (moneda de 10, 20 o 50 cèntims), un punxó metàl·lic, un fragment de vidre i una placa de porcellana. També podeu utilitzar algun dels minerals de l'equip de duresa per afinar la mesura. Tingueu en compte que un cop ratllat el mineral, ja no té sentit provar-ho amb elements de duresa superior.

Duresa relativa de Mohs	Mineral tipus	Objectes de duresa coneguda
1	Talc	
2	Guix	2,5 Ungla
3	Calcita	3,5 Moneda de coure
4	Fluorita	4,5 Clau metàl·lic
5	Apatita	5 Punta de ganivet d'acer
6	Ortosa	5,5 Vidre

7	Quars	6,5 Placa de porcellana
8	Topazi	
9	Corindó	
10	Diamant	

*Per quina raó ratllem un mineral començant pels objectes de menys duresa i no ho fem al revés?*

#### 7.4.2.3. Densitat

És la relació entre el pes del mineral i el seu volum. Peseu la mostra seca. Prepareu un volum conegut d'aigua corrent en un vas de precipitats. No l'ompliu fins dalt, ja que hi submergirem totalment la mostra i no ha de vessar. Anoteu el volum d'aigua que ha desallotjat la mostra. La densitat s'expressa en  $\text{g/cm}^3$ .

*Entre els membres del vostre grup, compareu les dades de densitat calculades per a un dels minerals en què hagueu obtingut certa disparitat de resultats. A què us sembla que es deuen aquestes diferències?*

#### 7.4.2.4. Solubilitat

Disposeu de mostres en pols d'uns quants dels minerals vistos, i també d'exemples de roques que els contenen, algunes de les quals són utilitzades habitualment en la construcció d'edificis. Poseu 50 mL d'aigua destil·lada en un vas de precipitats i mesureu-ne la conductivitat. Agafeu amb l'espàtula una petita quantitat de pols del mineral, aboqueu-la a l'aigua i remeneu-ho. Observeu si la pols s'ha dissolt del tot, una mica o gens. Feu una nova mesura de la conductivitat i anoteu per quant s'ha multiplicat la conductivitat. Repetiu l'operació per a totes les mostres, procurant abocar sempre una quantitat similar de pols, i netejant sempre el vas i la punta del conductímetre amb aigua destil·lada. Registreu les dades qualitatives de solubilitat relativa en una taula (solubilitat molt alta, alta, baixa o nul·la), tot ordenant els minerals de més a menys solubles en aigua.

A continuació, sobre una petita quantitat de pols que podeu col·locar dins un recipient de porcellana, aboqueu-hi una gota (només una; repetim: només una!) d'àcid clorhídric diluït (HCl 10%). Observeu si es produeix efervescència (força, feble o nul·la). En cas afirmatiu, escriviu la reacció química que es deu produir.

*Es pot considerar l'aigua de pluja com si fos aigua neutra químicament un cop entra en contacte amb les roques?*

Observeu les roques que es mostren com a exemples que contenen els minerals, i ordeneu-les segons el grau d'alterabilitat en condicions atmosfèriques. Raoneu quines serien aptes per ser utilitzades com a materials de construcció i quines no.

#### 7.4.2.5. Propietats i aplicacions

Al laboratori tenim exemples de productes i materials que contenen algun dels minerals que hem treballat. A continuació se us donarà una relació dels minerals problema que hem estudiat amb una llista de les seves aplicacions principals. Heu d'assignar cadascun dels minerals a una de les mostres que heu treballat, dir en quin dels productes o materials d'exemple es troba, i explicar breument quina o quines propietats el fan útil per a l'ús concret que se li dona. Sintetitzeu les dades en una fitxa per a cadascun.

*I per acabar, us semblen encertats els usos que s'han donat als materials de construcció que hem vist a la sortida pel campus?*

## **7.5. ESQUEMA DEL PROCÉS EXPERIMENTAL**

## **7.6. ANOTACIONS**





## 7.7. RECULL I TRACTAMENT DE DADES

**PRÀCTICA: CAS 1**

NOM: .....

GRUP: .....

**PER QUÈ SÓN ÚTILS ELS MINERALS I LES ROQUES?**

### 7.7.1. Catalogació de materials geològics al campus

Punt núm.:	Localització:
- Nom comú o comercial del material:	
- Aplicació:	
- Tipus i nom de la roca:	
- Components bàsics:	
- Estructura interna:	
- Alteració:	
- Propietats i durabilitat:	

Punt núm.:	Localització:
- Nom comú o comercial del material:	
- Aplicació:	
- Tipus i nom de la roca:	
- Components bàsics:	
- Estructura interna:	
- Alteració:	
- Propietats i durabilitat:	

Punt núm.:                      Localització:

- Nom comú o comercial del material:
  
- Aplicació:
  
- Tipus i nom de la roca:
  
- Components bàsics:
  
- Estructura interna:
  
- Alteració:
  
- Propietats i durabilitat:

Punt núm.:                      Localització:

- Nom comú o comercial del material:
  
- Aplicació:
  
- Tipus i nom de la roca:
  
- Components bàsics:
  
- Estructura interna:
  
- Alteració:
  
- Propietats i durabilitat:

### 7.7.2. Minerals: propietats i aplicacions

Propietats físiques i òptiques:

Codi mostra	A	B	C	D	E	F
Color						
Diafanitat						
Color ratlla						
Lluïssor						
Exfoliació/fractura						
Fluorescència						
Densitat (g/cm <sup>3</sup> )						
Duresa						

Propietats químiques:

Mineral/roca	Solubilitat relativa	Increment conductivitat (µs/cm)	Efervescència relativa	Reacció

Ordeneu els minerals segons el grau de solubilitat en aigua.

Aptitud de les roques exemple com a materials de construcció:

Aplicacions en productes quotidians:

Mineral: <b>Baritina</b> , BaSO <sub>4</sub>	Mostra:
<u>Usos i aplicacions freqüents:</u> <i>Pigment blanc en pintures, càrrega mineral (tèxtil, paper, plàstics), medicina (farinetes RX), recobriments absorbents de radiació, colorant en focs artificials, espessidors en llots de perforació de sondejos petrolers.</i>	
<u>Productes:</u>	
Quines propietats el fan útil i per què:	

Mineral: <b>Calcita</b> , CaCO <sub>3</sub>	Mostra:
<u>Usos i aplicacions freqüents:</u> <i>Obtenció de calç, ciment i formigó, blanquejant en gomes i pintures, roca industrial i ornamental (calcària, travertí, marbre), medicina i farmacèutica (excipient inert, antiàcid), abrasius suaus (pasta de dents), manufactura de fertilitzants (corrector d'acidesa del sòl).</i>	
<u>Productes:</u>	
Quines propietats el fan útil i per què:	

--

Mineral: **Fluorita**,  $\text{CaF}_2$

Mostra:

Usos i aplicacions freqüents:

*Obtenció de fluor i compostos derivats (àcid fluorhídric, fluorurs), pasta de dents, additiu alimentari (aportació de sals minerals), pigments fluorescents, accessoris òptics (ulleres, lents fotogràfiques, polaritzadors per a microscòpia).*

Productes:

Quines propietats el fan útil i per què:

Mineral: **Guix**,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Mostra:

Usos i aplicacions freqüents:

*Enguixats i escaiola (art, construcció, medicina), blanquejant en pintures, panells prefabricats lleugers (envans, falsos sostres), fertilitzants (corrector d'alcalinitat i salinitat del sòl), additius (farmàcia, alimentació), material d'escriptura.*

Productes:

Quines propietats el fan útil i per què:

Mineral: **Halita**,  $\text{NaCl}$

Mostra:

Usos i aplicacions freqüents:

*Alimentació humana i animal, indústria conservera, anticongelant, producció de clor, additiu farmacèutic, fertilitzants, colorant en focs artificials.*

Productes:

Quines propietats el fan útil i per què:

Mineral: **Quars**, SiO<sub>2</sub>

Mostra:

Usos i aplicacions freqüents:

*Vidre i cristall, ciment i formigó, àrids, abrasiu fort, porcellana, ceràmica i rajoles, roques ornamentals, eines de tall, òptica i electrònica, rellotgeria, obtenció de silici.*

Productes:

Quines propietats el fan útil i per què:

I per acabar, us semblen encertats els usos que s'han donat als materials de construcció que hem vist en la sortida pel campus? Raoneu les respostes.

Material núm. 1

Material núm. 2

Material núm. 3

Material núm. 4

## 7.8. Annex

### 7.8.1. Els minerals

Un mineral es pot definir com un sòlid inorgànic natural, amb una estructura ordenada dels àtoms, i amb una composició química definida i homogènia que és representada per una fórmula química concreta. Es coneixen més de 5.000 minerals diferents a la natura, i cada any es descobreixen espècies minerals noves. Només uns pocs centenars de minerals tenen interès pel seu valor econòmic com a recurs, sia com a espècie individual o com a component d'una roca. Això, sempre que es trobin localment en suficient concentració o abundància per fer-ne rendible l'explotació amb ànim comercial.

La classificació més habitual dels minerals es basa en la composició química, i queda sistematitzada en vuit classes (classificació de Strunz):

- Classe I: Elements nadius i aliatges naturals
- Classe II: Sulfurs, arsenurs i sulfosals
- Classe III: Òxids i hidròxids
- Classe IV: Halogenurs
- Classe V: Carbonats, nitrats i borats
- Classe VI: Sulfats, seleniats, tel·lurats, cromats, molibdats i wolframats
- Classe VII: Fosfats, arseniats i vanadats
- Classe VIII: Silicats

Aproximadament el 95% de la massa de l'escorça la formen els silicats, mentre que els segueixen en abundància molt menor els carbonats, els sulfats i els òxids. La resta de grups són extremament escassos. A més, prop de tan sols una dotzena de minerals formen la immensa majoria de les roques, i per això se'ls denomina *minerals formadors de roques*. Els principals minerals formadors de roques són: quars, feldspats, olivina, amfibòls, piroxens, argiles i miques (silicats), calcita (carbonats) i guix (sulfats).

### 7.8.2. Les roques

Els materials que formen l'escorça i la part superior del mantell estan sotmesos a una sèrie de processos geològics constants que els creen i els transformen (cicle petrogenètic). El resultat d'aquests processos interns i externs és la formació dels tres tipus de roques:

Roques ígnies                      Roques metamòrfiques                      Roques sedimentàries

Com s'ha dit, els constituents fonamentals de les roques són els minerals. Cada roca està formada per un agregat de partícules d'un o més minerals diferents.

#### Roques ígnies

Són el resultat de la cristal·lització (solidificació) de magmes. Segons la profunditat de l'emplaçament i la rapidesa del refredament, es consideren tres tipus bàsics de roques ígnies:

Plutòniques: la cristal·lització del magma es produeix lentament i en profunditat a l'escorça.

Subvolcàniques o hipoabissals (filonianes): el material fos es refreda a poca profunditat durant el procés d'ascensió.

Volcàniques: el magma surt a la superfície, on cristal·litza ràpidament.

Les roques ígnies es classifiquen a partir de la seva composició mineralògica i de la seva textura (manera com hi estan ordenats els components minerals). Els minerals presents en aquestes roques són tots els silicats més comuns: quars, feldspats, miques, olivina, amfibols i piroxens. Pel que fa a la textura, totes es caracteritzen per formar una massa isòtropa granular de cristalls de diferents minerals. Per norma general, si els cristalls són visibles a simple vista sol tractar-se de roques ígnies plutòniques, mentre que si només són distingibles amb l'ajut de la lupa o el microscopi, probablement es tracti de roques ígnies volcàniques i subvolcàniques.

Alguns exemples de roques ígnies comunes són:

Granit: Roca plutònica granular, amb quars i feldspats de components principals (més ortosa, de color rosat o ataronjat, que plagiòclasi, blanca), i miques com a accessoris principals.

Granodiorita: Molt semblant al granit, però entre els feldspats domina la plagiòclasi per damunt l'ortosa.

Basalt: Roca volcànica de coloració negrosa i mida de gra fi, formada per olivina, piroxens, miques i amfibols. Molt sovint conté vacúols i petites cavitats esfèriques buides, que corresponen a bombolles d'aire atrapades durant la solidificació del magma.

Pòrfir: Roca subvolcànica que pot tenir una composició idèntica a qualsevol de plutònica o volcànica, i que es caracteritza per una textura on abunden els cristalls visibles a simple vista, però que estan envoltats per una matriu molt fina on els cristalls individuals només són distingibles al microscopi. Així, es pot parlar de pòrfir granític, pòrfir granodiorític, etc.

## **Roques metamòrfiques**

Són roques preexistents (ígnies, sedimentàries o altres roques metamòrfiques) que han sofert metamorfisme. El metamorfisme és determinat per un augment de la pressió i la temperatura que provoca canvis en la textura (orientació i augment de la mida dels cristalls) i en la mineralogia original de la roca (desaparició i neoformació de minerals). El metamorfisme té lloc sempre en estat sòlid (no hi ha fusió del material).

La majoria de les roques metamòrfiques es caracteritza per presentar una textura orientada, en la qual les partícules minerals s'han reordenat en l'espai amb una orientació preferent i predominant, habitualment segons plans paral·lels. Això fa que sovint les roques metamòrfiques es puguin trencar amb facilitat a través d'aquests plans interns de discontinuïtat.

Són exemples de roques metamòrfiques:

Pissarra: Roca de gra molt fi, amb una textura orientada (clivatge) definida per l'orientació dels cristalls d'argiles i miques. Es trenca fàcilment en lloses molt ben definides, amb un espaiat mil·limètric a centimètric.



Esquist: Roca de gra groller, amb una textura orientada definida per les miques i altres minerals d'hàbit prismàtic-laminar (esquistositat), però d'orientació molt més irregular que en la pissarra a causa de l'existència de nombrosos cristalls neoformats que donen un aspecte pigallat a la roca.

Gneis: Roca massiva anisòtropa, amb una foliació definida per l'estirament extrem dels cristalls de quars, feldspats i miques. La seva composició és similar a la d'un granit, però amb la textura orientada.

Marbre: Roca formada per carbonats (calcita-dolomita) recristal·litzats pel metamorfisme. Deriva d'una roca sedimentària carbonatada (calcària o dolomia).

Quarsita: Roca formada per quars recristal·litzat pel metamorfisme. Prové d'una roca sedimentària rica en quars (gres).

### **Roques sedimentàries**

Són les que deriven de la transformació en roca (litificació) de sediments acumulats per processos físics o químics.

Les roques sedimentàries detrítiques són el resultat de la litificació de sediments detrítics. Aquests es formen per l'acció dels agents geodinàmics externs, que erosionen les roques de la superfície, en transporten mecànicament els fragments (clasts) i els dipositen en altres zones de la superfície terrestre.

Les roques sedimentàries químiques i bioquímiques provenen de la litificació de sediments químics. Aquests es formen per la precipitació de sals a partir de solucions concentrades, o bé per l'acumulació de restes d'organismes que fixen en els seus esquelets les substàncies dissoltes a l'aigua.

Les principals roques detrítiques es classifiquen en funció de la mida dels clasts predominants:

Conglomerat: La majoria dels clasts tenen més de 2 mm de diàmetre i es caracteritzen per tenir formes arrodonides (producte d'un elevat grau de desgast i poliment durant el seu transport com a sediments).

Bretxa: Igual com el cas anterior, però els clasts tenen formes irregulars i vores anguloses (poc desgast durant el transport).

Gres: Predominen els clasts de mida sorra (diàmetres entre 1/16 i 2 mm).

Lutita: Predominen els clasts de mida llim i argila (diàmetres menors d'1/16 mm).

D'entre les roques de precipitació química, les més comunes són:

Calcària: Formada per partícules inorgàniques o per restes fòssils de naturalesa carbonatada (calcita).

Evaporites: Formades per cristalls de diferents sals (sulfats, borats, clorurs...).

### **7.8.3. La meteorització de les roques**

La formació de les roques té sempre lloc a una certa profunditat a l'escorça, des d'uns pocs centenars de metres fins a desenes de quilòmetres. Quan una roca queda exposada a la superfície terrestre és sotmesa a una sèrie d'interaccions amb els

agents geodinàmics (aigua, aire, glaç, etc.) que n'alteren les característiques i components, i fan que la roca com a tal tendeixi a ser destruïda. L'alteració, fragmentació i disgregació *in situ* de les roques en condicions d'exposició a la intempèrie s'anomena *meteorització*, i es pot presentar en dues principals modalitats: meteorització física i meteorització química.

La meteorització física consisteix en un esmicolament físic o mecànic de la roca, que deriva en una fragmentació d'aquesta. Normalment es produeix per l'entrada d'aigua a través de les discontinuïtats de la roca (fractures, porositat), i la posterior força expansiva que aquesta hi exerceix des de dins quan es congela (gelifracció), o bé la que fan les sals solubles en precipitar-hi. Els éssers vius (arrels, organismes excavadors, éssers humans) també contribueixen a la meteorització física.

La meteorització química és deguda a una sèrie de processos i reaccions químiques entre els minerals que formen la roca i els agents externs. Els fenòmens de meteorització química més habituals són:

Dissolució de sals solubles, com per exemple carbonats, sulfats o halogenurs.

Oxidació de minerals ferromagnesians, com l'olivina o la pirita.

Trencament de l'estructura de molts minerals per hidròlisi, com sol passar en els feldspats, que es desintegren en argiles.

O bé l'expansió i pèrdua consegüent de cohesió per hidratació, habitual en miques i argiles.

El fet que predomini un tipus de meteorització o altre depèn sobretot de les condicions climàtiques. A les regions mediterrànies com la nostra coexisteixen ambdós tipus, amb un efecte predominant de la meteorització física en època freda, i de la meteorització química en època càlida però humida.

Nom del fitxer: CAS 1 LA CIENCIA A LA VIDA QUOTIDIANA 2010-2011\_corr.doc  
Director: W:\publicacions\vell\electroniques\Tecniques\_cientifiques\_integrades\documents  
Plantilla: C:\Documents and Settings\mpayero\Datos de programa\Microsoft\Plantillas\Normal.dot  
Títol:  
Tema:  
Autor: Marilos  
Paraules clau:  
Comentaris:  
Data de creació: 04/10/2011 15:14:00  
Número de canvi: 25  
Desat la darrera vegada el: 20/01/2012 10:46:00  
Desat la darrera vegada per: marta\_payero  
Temps total d'edició: 330 Minuts  
Imprès la darrera vegada el: 20/01/2012 10:52:00  
A partir de l'última impressió completa  
Nombre de pàgines: 82  
Nombre de paraules: 14.734 (aprox.)  
Nombre de caràcters: 83.984 (aprox.)