Tècniques científiques integrades

Universitat de Girona

Tècniques científiques integrades

Jordi Badosa (Física), Imma Bastida (Física), Isabel Casas (Biologia Celul·lar), Gemma Carreras (Biologia Celul·lar), Gracia Coll (Bioquímica), Jesús Colprim (Enginyeria Química), Marta Coma (Enginyeria Química), Marta Doncel (Botància), Ramon Ganigué (Enginyeria Química), Lídia Feliu (Química Orgànica), Helena Guash (Ecologia), M. Angeles Martínez (Química Inorgànica), Roger Mata (Geodinàmica), Anna Pla-Quintana (Química Orgànica), Sebastià Puig (Enginyeria Química), Agustí Rodríguez (Geodinàmica), Noemí Sánchez (Botànica), Sylvia Sancho (Biologia Celul·lar), Teresa Serra (Física), David Soler (Geodinàmica), Pere Tubert (Bioquímica)

Universitat de Girona. 2012. Edició electrònica.

© Dels textos: els autors corresponents

© D'aquesta edició: Universitat de Girona

Edita: Universitat de Girona.

ISBN: 978-84-8458-378-3

Dipòsit legal: GI-246-2012

Adreça: Universitat de Girona
Servei de Publicacions
Pl. Sant Domènec, 3
17071 Girona

Tel: 972 41 82 06

a/e: publicacions@udg.edu

Organització i avaluació de les pràctiques

CAS1.
La ciència a la vida quotidiana

CAS2.
Buscant el culpable

CAS3.
Una curiosa surgència d'aigua

Crèdits

Portada

ORGANITZACIÓ GENERAL

ÍNDEX

1. ACTIVITATS AVALUABLES 3

2. ORGANITZACIÓ DE LES PRÀCTIQUES 5

3. NORMES GENERALS 7

1 ACTIVITATS AVALUABLES

En l'assignatura Tècniques Científiques Integrades II s'avalua a partir del desenvolupament de diferents activitats la nota de les quals dóna finalment la nota global de l'assignatura. A continuació es detallen cadascuna d'aquestes activitats i el percentatge que representen en la nota final. Cal recordar però que és obligatòria l'assistència a totes les sessions presencials programades.

Activitats relacionades amb l'expressió oral

La nota de les presentacions orals representa un 5% de la nota global de l'assignatura Tècniques Científiques Integrades II. S'ha programat una activitat relacionada amb l'expressió oral.

- El primer dia de cada CAS s'organitzarà una taula rodona en relació a les temàtiques prèviament preparades pels alumnes:

  Primer dia del CAS 1
  - *Aigua embotellada*
  - *Procés de pasteurització*

  Primer dia del CAS 2
  - *Dotació cromosòmica de l'espècia humana i tipus d'anomalies*

  Primer dia del CAS 3
  - *Surgències d'aigua*

En aquesta activitat tant s'avaluarà als alumnes que presenten el treball com la intervenció de la resta d'alumnes amb preguntes i comentaris.

Per la valoració de la presentació es tindrà en compte a més del contingut, aspectes com l'estructura, de la presentació, la claredat, l'entonació i el llenguatge formal.

Per veure com s'organitza l'activitat anar a l'apartat 2. ORGANITZACIÓ DE LES PRÀCTIQUES.

Proves prèvies a les sessions pràctiques (pre-lab):

La mitjana de les notes d'aquesta activitat representa un 20% de la nota final.

En cada sessió de pràctiques de laboratori, abans d'iniciar la pràctica pròpiament dita, es realitzarà una prova escrita en relació als conceptes, tècniques, procediments, càlculs, etc que es treballaran en aquella sessió. Aquestes proves es realitzaran pel CAS 1 de dimarts a divendres (ambdós inclosos), mentre que en els altres dos casos de dimarts a dijous.

Seguiment de les habilitats que pràctiques que s'adquireixen.

La mitjana de les notes en relació a les habilitats que es van adquirint al laboratori representa un 10% de la nota final de la assignatura.

En cada sessió de laboratori el professor avaluarà l'habilitat demostrada/adquirida per part de l'alumne en les tècniques, manipulació, procediments, etc relacionats amb el treball al laboratori.

Seguiment carpeta estudiant:

La mitjana de les notes en relació al seguiment de la de la carpeta de l'estudiant representa un 5% de la nota final de la assignatura.

Es valorarà en cada sessió pràctica la recollida d'informació sobre la pràctica realitzada, el tractament de dades i la interpretació dels resultats.

Presentació de l'informe final:

La mitjana dels informes finals presentats representa el 30% de la nota final. Les indicacions de com elaborar aquests informes les trobareu en el guió de pràctiques de cada CAS en l'apartat 2. ORGANITZACIÓ DE LES PRÀCTIQUES

La data límit pel lliurament de l'informe 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 meva UdG. No s'acceptaran treballs lliurats fora de la data límit.

Prova final escrita

Aquest examen escrit representa el 30% de la nota final. entre qualsevol dels aspectes tractats en les sessions dels tres casos pràctics (base teòrica, càlculs, material aparells, tractament de dades, procediments, etc). Aquesta activitat és l'única que pot ser recuperada. Les dates d'aquesta prova final les trobareu penjades a la web de la Facultat de ciències dins de l'apartat horaris i calendari.

2. ORGANITZACIÓ GENERAL DE LES PRÀCTIQUES

Dilluns:

A més d'alguna altra activitat que es descriu en el guió, cada dilluns hi haurà presentacions orals en format taula rodona. Prèviament a l'inici de les pràctiques a cada alumne se li assignarà un treball a presentar. El dia de la presentació dependrà del tema proposat:

Primer dia del CAS 1

- **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 a pasteuritzar. Productes que cal un procés de pasteurització.

Primer dia del CAS 2

- **Dotació cromosòmica de l'espècia humana i tipus d'anomalies**": Realització d'un cariotip humà. Tècniques de tinció i bandes G. Aplicacions de la determinació del cariotip i anomalies humanes

Primer dia del CAS 3

- "**Surgències d'aigua**": Origen de les surgències d'aigua o fonts. Relació fisico-química de les aigües surgents amb la geologia del sòl. Exemples de fonts de les nostres contrades explicant l'origen i les característiques químiques (composició) segons la seva procedència.

L'activitat es basa en una taula rodona amb els alumnes que han preparat els temes proposats per 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 a tractar. 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 a debatre.

L'audiència la formaran els alumnes que no han preparat el tema. 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 intervenen amb preguntes comentaris, etc.

No es pot llegir. No es poden portar anotacions.
En aquesta activitat tant s'avaluarà als alumnes que presenten el treball com la intervenció de la resta d'alumnes amb preguntes i comentaris.

***Dimarts, dimecres i dijous**:*

Les sessions pràctiques d'aquests dies es duran a terme al laboratori. És important comprovar quina pràctica es fa cada dia, a quin laboratori i a quina hora, per poder-la preparar. Abans d'iniciar la pràctica pròpiament es realitzarà una prova d'avaluació amb una o dues preguntes curtes relacionades amb la pràctica que aneu a treballar.
En iniciar la pràctica pròpiament dita, 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 valorà les habilitats i destreses que va adquirint l'alumne així com l'aptitud.
Abans de finalitzar la pràctica l'alumne ha d'haver completat correctament l'apartat de recull i tractament de dades que hi ha en els guions per cada pràctica. És important estar segurs que les dades, els càlculs realitzats, els resultats obtinguts i les unitats són correcte. Aquest treball previ us servirà per fer un bon informe de les pràctiques.

Finalitzades cadascuna de les sessions pràctiques ja es pot anar preparant l'informe final.

Divendres:

Cada sessió pràctica del divendres es realitza una activitat diferent. NOMÉS EL DIVENDRES DEL CAS 1 HI HA UNA PROVA PRE-LAB.

Preparació i lliurament de l'informe final:

Finalment cal elaborar un informe sobre cadascuna de les pràctiques realitzades. EL MODEL D'INFORME VARIA EN CADA PRÀCTICA. Es comença per un informa per cada pràctica en el CAS1, mentre que en el CAS3 l'informe té l'estructura de projecte. En el guió de pràctiques de cada CAS s'especifica com són aquests informes.

La data límit pel lliurament de les pràctiques 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 meva UdG. A la portada cal fer constar el nom i cognoms de l'estudiant, el DNI i el número del grup que feu les sessions pràctiques. NO S'ACCEPTARÀ CAP TREBALL LLIURAT FORA DE LA DATA LÍMIT.

3 . NORMES GENERALS

Normes :

- Cal que tots els alumnes deixin les bosses en guixetes fora del laboratori
- Els alumnes han de ser puntuals. En cas contrari no es deixarà entrar l'alumne a classe
- Tots han de portar bata i ulleres, en cas contrari no podrà realitzar la pràctica
- Cal portar el cabell recollit, pantalon llarg i sabata tancada.
- Altre material que han de portar és espàtula, pera, retolador permanent, calculadora, guants i guió. Drap i llibreta voluntari
- El guió de pràctiques ha d'estar enquadernat amb tapes plastificades o en un "carpesano" d'anelles amb tapes de plàstic
- Les pràctiques són individuals excepte aquells casos que el professor o el guió ho consideri.
- En cas d'absència es demanarà un justificant. Només s'acceptaran aquells que siguin motius greus. No s'accepten visites a metges programades, examen conduir, First, grups castellers, etc, etc.
- En cas de trobar informes finals idèntics, en que sigui un apartat, queda directament amb un zero.

Nom del fitxer: Organitzacio i avaluacio.docx
Directori:
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: 21/10/2010 11:12:00
Número de canvi: 3
Desat la darrera vegada el: 19/01/2012 15:49:00
Desat la darrera vegada per: Marilos
Temps total d'edició: 7 Minuts
Imprès la darrera vegada el: 20/01/2012 10:43:00
A partir de l'última impressió completa
Nombre de pàgines: 8
Nombre de paraules: 1.335 (aprox.)
Nombre de caràcters: 7.612 (aprox.)

Universitat de Girona

CAS 1
LA CIÈNCIA A LA VIDA QUOTIDIANA

TÉCNIQUES CIENTÍFIQUES INTEGRADES II

ÍNDEX

1. ACTIVITATS AVALUABLES EN EL CAS 1 3

2. ORGANITZACIÓ DE LES PRÀCTIQUES CAS 1 5

3. ESTRUCTURA DELS INFORMES 7

4. AIGUA DE MAR, AIGUA EMBOTELLADA I AIGUA DESTIL·LADA 11

5. RECOMPTE DE BACTERIS VIABLES DE LA LLET 33

6. DETERMINACIÓ DE LES PROTEÏNES DE LA LLET 47

7. PER QUÈ SÓN ÚTILS ELS MINERALS 63

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 dóna 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 meva 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 quantitatius com qualitatius.* 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 (mol l^{-1}), de manera que es compleixi, per exemple:

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

o bé

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

ja que llavors M = 0,031 mol l^{-1} = $3{,}1 \cdot 10^{-2}$ 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 dóna. 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 necessitarem. 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 dóna 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_2SO_4 0,1 M	Àcid clorhídric 2 M
$CaCl_2$ 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 (Ca^{2+}, HCO_3^-, SO_4^{2-} i Cl^-) farem diferents experiments qualitatius 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 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 Na_2SO_4 (0,1 M) afegiu $BaCl_2$ (1,2 M) gota a gota fins que precipiti.
Escriviu la reacció:

A 5 mL de NaCl (0,1 M) afegiu $AgNO_3$ (0,1 M) fins que precipiti.
Escriviu la reacció:

A 5 mL de $CaCl_2$ (0,1 M) afegiu Na_2CO_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: $AgNO_3$ (0,1 M); $BaCl_2$ (1,2 M); Na_2CO_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. ANOTACIONS

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: Estri utilitzat: Precisió:
Massa o volum per prendre: Estri utilitzat: Precisió:
Càlculs:

Dissolució per preparar: *Concentració:*

Dades segons etiqueta:

Volum per preparar: Estri utilitzat: Precisió:
Massa o volum per prendre: Estri utilitzat: Precisió:
Càlculs:

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+).

	$AgNO_3$	**$BaCl_2$**	**Na_2CO_3**
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^{2+}, SO_4^{2-} i Cl^-), identifiqueu les reaccions que han tingut lloc:

..... + $AgNO_3$ → ..... + ...

..... + $BaCl_2$ → ..... + ...

..... + Na_2CO_3 → ..... + ...

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

Aigua de mar:

Aigua embotellada:

Aigua destil·lada:

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?

4.7.5. Anàlisi de dades

Preneu les dades de densitat de tota la classe per a cada tipus d'aigua. Feu el tractament estadístic corresponent per determinar el valor mitjà i la desviació estàndard (vegeu l'apartat 4.6). Feu el mateix amb el pH o la conductivitat (a escollir).

	Densitat aigua destil·lada	**Densitat aigua de mar**	**pH aigua de mar**	**Conductivitat aigua de mar**
Valor mitjà				
Desviació estàndard				

A partir de la desviació estàndard, comenta l'error de cada mesura (densitat, pH, conductivitat)

4.7.6. Discussió dels resultats

Recolliu les dades de caracterització de les diferents mostres d'aigua en la taula següent i intenteu relacionar els resultats. Per minimitzar els errors, utilitzeu també les dades dels companys anotant a la taula el valor mitjà, la desviació estàndard i el nombre de mostres utilitzat per fer els càlculs (valor $\pm$ desviació estàndard (n = ...)).

	Unitats	Aigua destil·lada	Aigua de mar	Aigua embotellada	Etiqueta aigua embotellada
Densitat					
Tensió superficial					
pH					
Conductivitat					
Sulfats					
Clorurs					
Calci					
HCO_3^-		-	-	-	

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^{o}C? Fins i tot amb un bon utillatge 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 pertorbadors 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, σ, 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 ±. Per exemple, en el valor 2,137 ± 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 ±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 ±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 dóna 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:

2,721 g	3,427 g
6,14 g	2,21 g
0,113 g	0,1182 g
8,974 g = 8,97 g	5,7552 g = 5,76 g

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

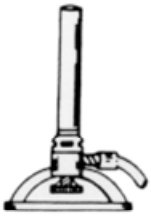
En aquest apartat es presenta el material més utilitzat en un laboratori químic. Cal conèixer-ne el nom tècnic i la utilitat.

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:

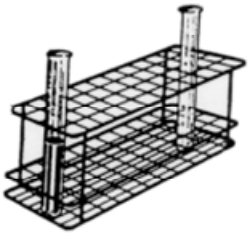
flascó rentador

escombreta



Bunsen

tub d'assaig



gradeta

per a tubs d'assaig

triangle

reixeta

cristal·litzador

placa de Petri

vidre de rellotge

morter,

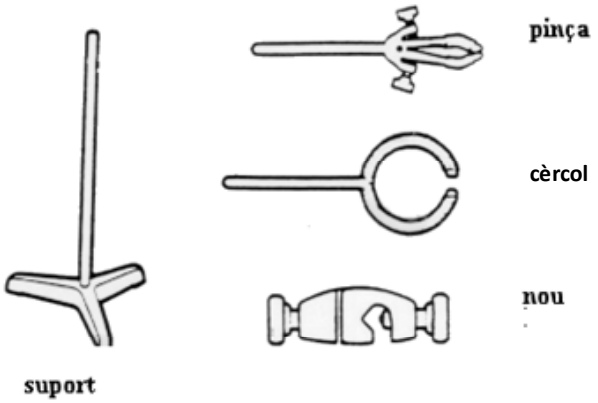
mà de morter

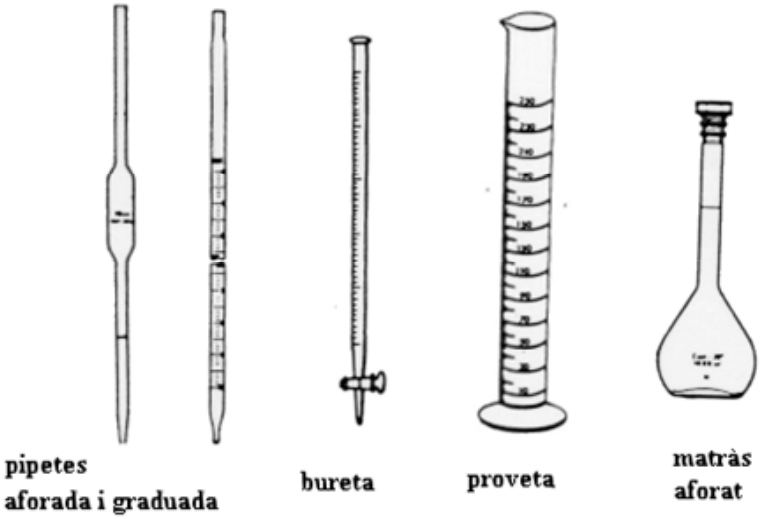
càpsula

de porcellana

gresol

pesafiltres


pinça
cèrcol
nou
suport


pipetes
aforada i graduada
bureta
proveta
matràs
aforat

Erlenmeyer
vas de precipitats

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

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 centrífugues 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 121ºC 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 121ºC 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 Digralsky

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 Digralsky. 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'imant 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, 121ºC, 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 90ºC.
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 60ºC 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 Bundsen 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	**10^{-1}**	**10^{-2}**	**10^{-3}**	**10^{-4}**
Factor de dilució	**10**	**100**	**1.000**	**10.000**
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:

a) 0,1 mL directes (dilució 10^0 = 1) de llet pasteuritzada UHT
b) 0,1 mL de llet no pasteuritzada de dilució 10^{-1}
c) 0,1 mL de llet no pasteuritzada de dilució 10^{-2}
d) 0,1 mL de llet no pasteuritzada de dilució 10^{-3}
e) 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 Digralsky 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 Digralsky, 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 37ºC 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:

∑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

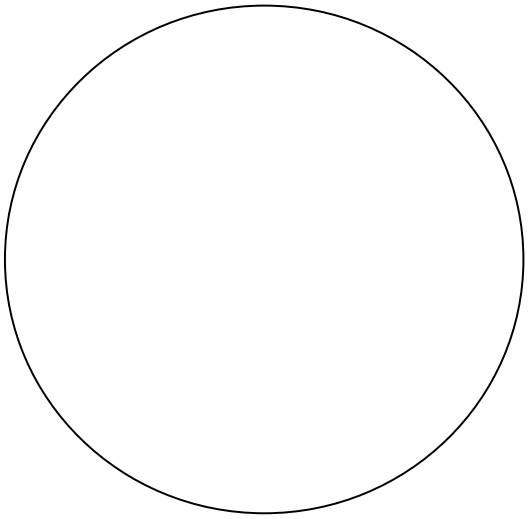
Feu un esquema visual del banc de dilucions que heu preparat per a la llet no pasteuritzada i indiqueu el material utilitzat per agafar els diferents volums.

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).

Mostra llet i dilució	**Plaques totals**	**Plaques vàlides (N)**	**Mitjana (μ) ufc/mL**	**Desviació estàndard (± SD)**
UHT				
Crua 10^{-1}				
Crua 10^{-2}				
Crua 10^{-3}				
Crua 10^{-4}				

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

AGAR RECOMPTE EN PLACA (PCA)*	
Composició (g/l) Triptona 5 Extracte de llevat 2,5 Dextrosa 1 Agar 15 pH 7,0 ± 0,2	Preparació 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 121ºC.
*És un medi nutritiu, encara que no gaire ric, per a l'enumeració de microorganismes en aigües i aliments en general.	

DISSOLUCIÓ DE RINGER*	
Composició (g/l) Clorur de sodi 2,25 Clorur potàssic 0,105 Clorur càlcic 0,12 Bicarbonat sòdic 0,050 pH 7,0 ± 0,2	Preparació 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 121ºC.
*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>

Documents sobre legislació espanyola del sector lacti: <http://www.mapa.es/app/vocwai/ListadoDocumentos.aspx?tg=legislacion&sec=lct&lng=es>

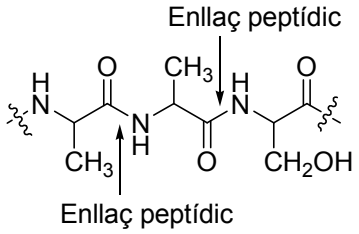
6. DETERMINACIÓ DE LES PROTEÏNES DE LA LLET

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 α-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 vermellosa-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 tisores	
	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'albúmina 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 dóna 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 contenien 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).

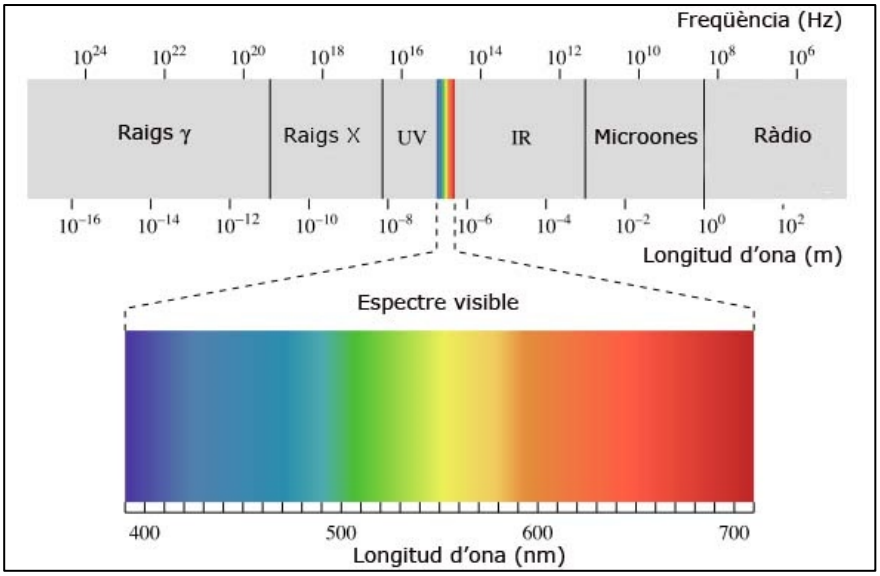


Figura 1.2. Espectre electromagnètic de la llum (Arbiol, R., 2009)

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 (*Io*) i la intensitat de llum tramesa (*I*) a través de la mostra (Figura 1.3).

$A = \log I_0/I$

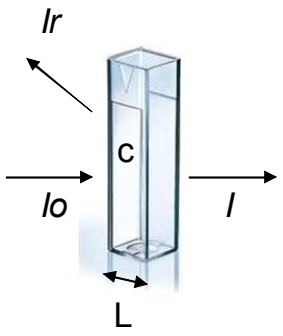


Figura 1.3. Representació dels dos processos que es donen en incidir un feix de llum d'una longitud d'ona determinada sobre una dissolució

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

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

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

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

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

$$\boldsymbol{\varepsilon\, c\, L = \text{absorbància}}$$

El coeficient d'extinció molar (ε) 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 $\varepsilon^{\%}_{\lambda}$, 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).

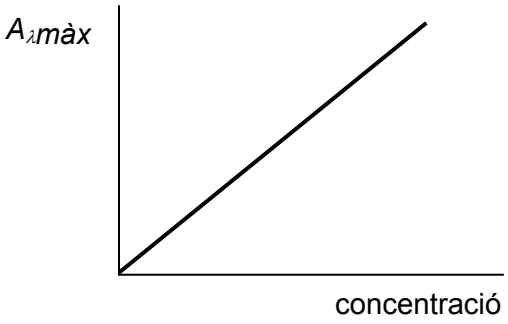


Figura 1.4. Esquema de la relació lineal entre l'absorbància i la concentració a una determinada longitud d'ona

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 ($\lambda_{màx}$) 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.

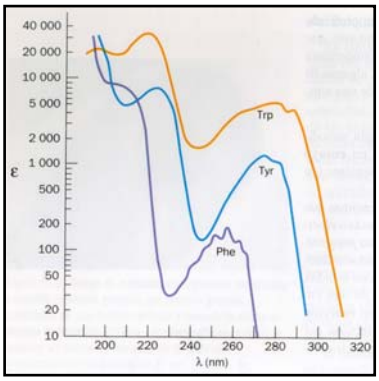


Figura 1.5. Espectre d'absorció UV dels aminoàcids fenilalanina, triptòfan i tirosina. Wetlaufer DB. (1962)

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 incomptables 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 diagnosi 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, respecteu 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 dóna 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 diagnosi. 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 lluïssor 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 lluïssor 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	**Lluïssor**	**Exfoliació**	**Fractura**
Transparent Translúcid Opac	Metàl·lica No metàl·lica - Vítria - Adamantina - Nacrada - Resinosa - Sedosa - Grassa Mat (sense lluïssor)	Laminar Fibrosa Tabular Prismàtica Cúbica Octaèdrica Dodecaèdrica Romboèdrica	Irregular Terrosa Polsinosa Fibrosa/estellosa Concoïdal

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 submergireu totalment la mostra i no ha de vessar. Anoteu el volum d'aigua que ha desallotjat la mostra. La densitat s'expressa en 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 (forta, 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 dóna. 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^3)						
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: **Baritina**, $BaSO_4$ Mostra:

Usos i aplicacions freqüents:
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 petroliers.

Productes:

Quines propietats el fan útil i per què:

Mineral: **Calcita**, $CaCO_3$ Mostra:

Usos i aplicacions freqüents:
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).

Productes:

Quines propietats el fan útil i per què:

Mineral: **Fluorita**, 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**, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ 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**, 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_2 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 natius 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, amfíbols, 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, amfíbols 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 amfíbols. 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
Directori: 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.)

Universitat de Girona

CAS 2

BUSCANT EL CULPABLE

TÈCNIQUES CIENTÍFIQUES INTEGRADES II

ÍNDEX

0. PRESENTACIÓ DEL CAS 5

1. ACTIVITATS AVALUABLES 6

2. ORGANITZACIÓ DE LES PRÀCTIQUES CAS 2 7

3. ESQUEMA DE L'INFORME PERICIAL 9

4. DETERMINACIÓ CROMOSÒMICA 11

5. ANÀLISIS QUÍMIQUES: FÀRMACS 17

6. OBSERVACIONS AL MICROSCOPI 47

7. ANÀLISIS FÍSIQUES 69

8. PLANTEJAMENT DE NOUS CASOS 91

9. ANNEX: INFORMACIÓ SOBRE ELS FÀRMACS 99

0. PRESENTACIÓ DEL CAS

Maties Fontferrer és acusat d'assassinar Marina Canver. En aquests moments s'està celebrant el judici tot i que ja fa temps que els fets van tenir lloc. L'advocat defensor ha demanat contrastar les proves presentades per la fiscalia. Amb aquesta finalitat, es contracten els serveis dels laboratoris UNIGI LABORATORIS per tornar a analitzar les proves més rellevants del cas. Aquesta empresa és precisament on treballeu com a experts en mètodes d'anàlisi. L'encàrrec es basa a tornar a repetir una sèrie d'anàlisis físiques, químiques i biològiques, elaborar l'informe i presentar les conclusions que cregueu oportunes sobre el cas.

Com a informació addicional, us han presentat l'escrit següent sobre la descripció dels fets i les proves de què disposen:

> *La víctima la van trobar estirada a terra al menjador. No presentava cap ferida, però tenia un cop fort al cap probablement de la caiguda. A les mans tenia unes tisores impregnades del que semblava sang. Duia les ungles mig pintades de vermell. Al seu costat, una petita bassa d'un líquid transparent amb una marca de petjada. La taula estava parada i a la cuina els focs estaven encesos. De la taula, un got pràcticament buit amb el que semblava aigua era el més sospitós. Just al cantó hi havia un potet petit destapat que contenia un sòlid blanc.*
>
> *El vidre de la finestra del menjador estava trencat i a la resta de vidre que quedava a la finestra hi havia un tall de roba. A terra, entre els vidres, unes ulleres trepitjades.*
>
> *El cadàver va ser descobert pel marit de la senyora Marina, que en entrar al garatge per aparcar el cotxe va sentir un soroll fort semblant al de vidres trencats.*
>
> *La senyora Marina Canver era propietària d'una empresa de transports. Patia taquicàrdies i era hipertensa, per la qual cosa prenia medicaments i no podia prendre estimulants.*
>
> *En Maties tenia bona salut, únicament tenia problemes de miopia. Condemnat nombroses vegades per baralles i disturbis, ara és el sospitós principal de la mort de la Marina.*
>
> *A casa de la senyora Canver hi treballava Lis Sailor des de feia més de 10 anys. Aquesta s'encarregava de les feines de la llar i cuinava. Les males llengües dels veïns deien que la Lis i en Maties tenien alguna relació sentimental amagada. La Lis era hipermetrop i va ser ingressada en un hospital una hora després dels fets. Va declarar que l'havien atracada al mig del carrer quan tornava a casa.*

Les mostres per analitzar al laboratori són les següents:

Mostra 1 i 2: restes impregnades a les tisores
Mostra 3: líquid transparent
Mostra 4: líquid del got
Mostra 5: vidre de les ulleres

1. ACTIVITATS AVALUABLES EN EL CAS 2

L'assignatura Tècniques científiques integrades II s'avalua a partir del desenvolupament de diferents activitats la nota de les quals dóna finalment la nota global de l'assignatura. Les activitats programades en el CAS 2 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 2 s'organitzarà una taula rodona amb relació a la temàtica següent:

- **Dotació cromosòmica de l'espècie humana i tipus d'anomalies:** Realització d'un cariotip humà. Tècniques de tinció i bandes G. Aplicacions de la determinació del cariotip i anomalies humanes.

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 2.

Per a la valoració de la presentació es tindrà en compte, a més del contingut, aspectes com l'estructura de la presentació, la claredat, l'entonació, la utilització d'un llenguatge formal i de vocabulari científic propi de la temàtica.

Proves escrites (prelab):

Cada dia de pràctiques de laboratori (de dimarts a dijous), 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'adquireixen 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:

Valoració en cada sessió pràctica de 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 2 i a l'apartat 3. ESQUEMA D'UN INFORME.

2. ORGANITZACIÓ DE LES PRÀCTIQUES CAS 2

Dilluns:

- Taula rodona on els experts són els alumnes que hagin preparat el tema següent:

  Dotació cromosòmica de l'espècie humana i tipus d'anomalies: Realització d'un cariotip humà. Tècniques de tinció i bandes G. Aplicacions de la determinació del cariotip i anomalies humanes.

  L'activitat es basa en una taula rodona amb els alumnes que han preparat el tema proposat 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 en el 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.

- Un cop finalitzat el debat, a la mateixa aula, es processarà la primera mostra basada en l'anàlisi cromosòmica de la mostra de sang.

Dimarts, dimecres i dijous:

Les sessions pràctiques d'aquests dies es duran a terme en diferents laboratoris per processar les mostres del cas que ens ocupa. És important comprovar a quin laboratori es durà a terme cada sessió i preparar bé la pràctica a partir del guió. Prèviament a cada sessió pràctica (de dimarts a dijous), es farà una prova escrita (prelab) amb relació a la pràctica. Durant les pràctiques, igual com el primer dia, el professor comprovarà l'assistència de tots els estudiants 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 i la recollida de la informació i tractament de les dades.

És important anotar-ho tot a la llibreta (o a l'apartat del guió que hi diu ANOTACIONS) i recollir els resultats omplint l'apartat de RECULL I TRACTAMENT DE DADES que hi ha en el guió per a cada pràctica. Aquest apartat vol ser un guió per anar aprenent a recollir i organitzar les dades. És important contestar les qüestions a mesura que es van plantejant. Aquestes preguntes volen ser una reflexió sobre les tècniques i les bases científiques per comprendre millor els procediments experimentals.

Divendres:

Es tractaran diferents casos que es treballaran en grups de 3-4 estudiants, on es proposaran les tècniques que cal aplicar per tal d'identificar les mostres.

Preparació i lliurament de l'informe:

Com a caps de laboratori, heu d'elaborar un informe sobre els resultats de les anàlisis efectuades per a cada mostra seguint el model presentat en l'apartat 3. ESQUEMA DE L'INFORME PERICIAL. En aquest cas, hi ha **un únic informe** on es presenten els resultats de totes les mostres analitzades en el CAS 2.

La data límit per lliurar l'informe és el **divendres següent a la setmana de pràctiques**.

Cal presentar el fitxer en pdf o Word i penjar-lo dins l'assignatura de la meva 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_CAS2.pdf
Exemple:
02MartiPaleJordi_Cas2.pdf

La capacitat màxima del document és de 2 Mb.

3. ESQUEMA DE L'INFORME PERICIAL

Portada

Inclou:

Títol del treball: INFORME PERICIAL SOBRE...
Realitzat per UNIGI LABORATORIS
Data:
Firmant de l'informe:
Grup:

1. ANTECEDENTS

En data xxxxxx arriben al laboratori les mostres (*client, descripció breu del cas que ens ocupa... Format lliure).*

Màxim mitja pàgina

2. MOSTRES

Les mostres objecte d'anàlisi han estat trameses a aquest laboratori per encàrrec de la Sala Penal de l'Audiència Nacional.

A continuació, s'ha de descriure una per una les mostres indicant: *el número de referència, la procedència de la mostra, què es vol analitzar.*

Mostra 1:
Mostra 2:
Mostra 3:
Mostra 4:
Mostra 5:

Màxim mitja pàgina

3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL UTILITZADA

En aquest apartat cal descriure per a cada mostra el procediment experimental amb el contingut següent. Recordeu que el temps verbal que s'utilitza és el passat o present perfecte.

Mostra X
Cal incloure-hi: finalitat de l'anàlisi, tècnica utilitzada, aparell si n'heu utilitzat (marca i model), condicions (exemple: en microscòpia cal donar els augments, el compost utilitzat en la tinció...) i, finalment, descripció breu del procediment analític seguit. Les mostres de referència utilitzades seran també descrites en aquest apartat.

Màxim una pàgina

4. RESULTATS

En aquest apartat es presenten els resultats de cada mostra. També cal incloure-hi la comparació amb les mostres de referència o les dades bibliogràfiques que permeten arribar al resultat final, els càlculs, etc. S'inclourà també en aquest apartat les rectes de calibratge si s'han utilitzat.

Màxim una pàgina

5. CONCLUSIONS I PROPOSTES

En aquest apartat s'inclourà, per a cada mostra, directament el resultat i la proposta de noves anàlisis (no cal que siguin de les mostres) per aportar noves proves al cas. Per exemple, si el teixit és pulmonar caldrà verificar si el culpable té una ferida recent en aquest òrgan.

També s'hi inclourà una reflexió sobre el cas basant-se en els resultats (no es pot fer cap suposició).

Màxim mitja pàgina

Girona, ... de ..... de 20.....

Nom i cognoms

Signatura

4. DETERMINACIÓ CROMOSÒMICA

En aquesta sessió d'aula es completarà un cariotip humà a partir de l'estudi d'una imatge que correspon a una extensió cromosòmica tenyida amb Giemsa, de manera que es pot observar el patró de bandes característic de cada parell de cromosomes. S'aprendrà a identificar i agrupar els cromosomes i detectar la presència d'anomalies.

4.1. INTRODUCCIÓ

4.1.1. El cariotip humà

El cariotip és la composició cromosòmica particular d'un individu, i es defineix segons el nombre de cromosomes en la metafase de la mitosi i la seva morfologia.

El cariotip humà consta de 2*n* = 46 cromosomes, distribuïts en 22 parells d'autosomes i dos cromosomes sexuals, XX en el cas de la dona i XY en el cas de l'home. La dotació cromosòmica d'un individu s'indica amb el nombre total de cromosomes seguit dels cromosomes sexuals que presenta. Així, per exemple, per a un home i per a una dona normals s'indica "46, XY" i "46, XX", respectivament.

4.1.2. Classificació dels cromosomes

Aplicant tècniques estàndard de tinció, els cromosomes apareixen en microscòpia òptica tenyits uniformement en la metafase. Segons la seva longitud i la posició del centròmer, la regió d'unió de les dues cromàtides, els autosomes es classifiquen en 7 grups: A, B, C, D, E, F i G. Els cromosomes sexuals constitueixen un grup a part, tot i que per la seva mida el cromosoma X s'inclouria dins el grup C, ja que és semblant al 6, i el cromosoma Y dins el grup G, tot i que sense presentar satèl·lits.

Grup	Parelles	Característiques
A	1, 2 i 3	Són els cromosomes metacèntrics més grans. Es poden diferenciar per la posició del centròmer.
B	4 i 5	Són els cromosomes submetacèntrics més grans, amb els dos braços de mida molt diferent.
C	6, 7, 8, 9, 10, 11 i 12	Són cromosomes mitjans submetacèntrics. Molt difícils de diferenciar amb tinció uniforme.

D	13, 14 i 15	Són cromosomes mitjans acrocèntrics. Tenen satèl·lits.
E	16, 17 i 18	Són cromosomes petits. El 16 és metacèntric, mentre que els altres són submetacèntrics.
F	19 i 20	Són els cromosomes metacèntrics més petits.
G	21 i 22	Són els cromosomes acrocèntrics més petits. Tenen satèl·lits.

Tots els cromosomes autosòmics s'ordenen en ordre decreixent segons la seva mida, excepte el parell 21, que després de fer la classificació es va poder comprovar que era més petit que el 22 (Figura 2.1).

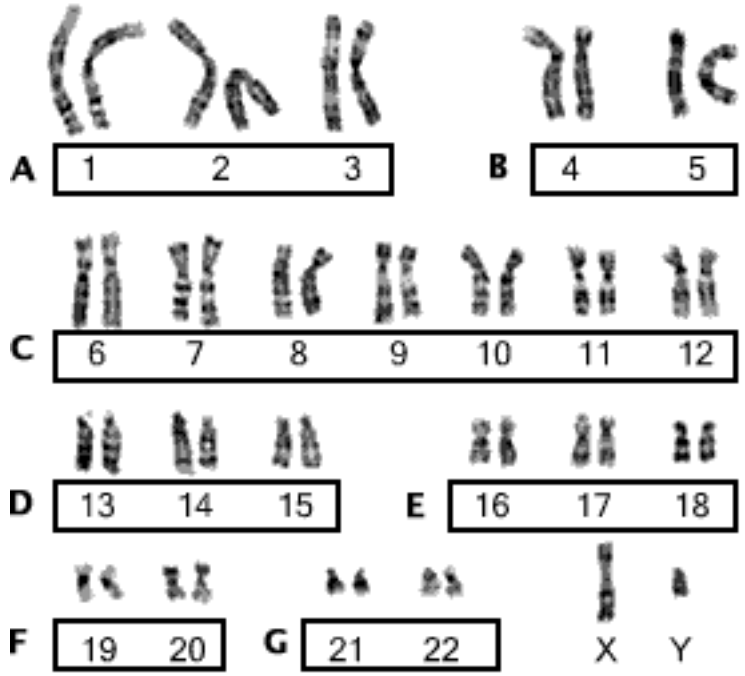


Figura 2.1. Classificació dels cromosomes

Tot i això, tenint en compte només la seva mida i la posició del centròmer, no és possible identificar de manera inequívoca cada parell de cromosomes. Per tal de facilitar-ne la classificació, s'han desenvolupat diferents mètodes de tinció de bandes. Aquests mètodes de tinció permeten evidenciar un patró de bandes específic de cada parella cromosòmica. Els patrons que s'obtenen són constants per a cada parella de cromosomes, però específics per a cada tècnica. El mètode més universal de tinció diferencial és el que es coneix amb el nom de *bandes G*, el qual s'aprofita dels diferents graus de compactació dels cromosomes per tal d'aconseguir un patró diferencial i específic de tinció.

4.2. ELABORACIÓ D'UN CARIOTIP HUMÀ

4.2.1. Obtenció de la mostra d'estudi

Qualsevol mostra de teixit humà o raspats epitelials pot potencialment ser útil a l'hora de fer un cariotip, però per tal de facilitar l'estudi i augmentar-ne la qualitat i fiabilitat és recomanable partir d'una mostra de cèl·lules cultivades.

A partir d'una gota de sang en un petit volum de medi de cultiu, incubat a 37ºC durant 3 dies, es pot obtenir una mostra òptima per observar un elevat nombre de divisions mitòtiques que ens permetin obtenir una bona imatge amb la qual treballar. També resulta útil la utilització d'agents com la demecolcina, que aturen el cicle cel·lular en la metafase i permeten tenir una població cel·lular majoritària en la fase de condensació cromosòmica màxima.

4.2.2. Preparació de la mostra

Abans de l'observació al microscopi, cal fixar i muntar en un portaobjectes la mostra cel·lular. Les cèl·lules cultivades es renten diverses vegades amb una solució hipotònica per tal d'eliminar les restes de medi i es resuspenen en una solució fixadora, generalment una solució 3:1 metanol – àcid acètic.

Una gota d'aquesta suspensió llançada des d'una certa altura es deixa assecar sobre un portaobjectes rentat prèviament amb etanol i assecat en una estufa a 60ºC.

4.2.3. Tinció per bandes G

En aquesta tinció s'utilitza el colorant Giemsa sobre cèl·lules tractades amb tripsina. La tripsina és una proteasa que degradarà parcialment les proteïnes associades als cromosomes metafàsics. En aplicar el colorant, les zones dels cromosomes riques en adenina i timina (generalment zones pobres en gens) apareixen fortament tenyides, mentre que la resta de zones del cromosoma es tenyeixen de manera més suau (Figura 2.2). Com que el patró que s'obté és específic de cada parella de cromosomes, la identificació i classificació es facilita molt en comparació dels mètodes de tinció uniforme.

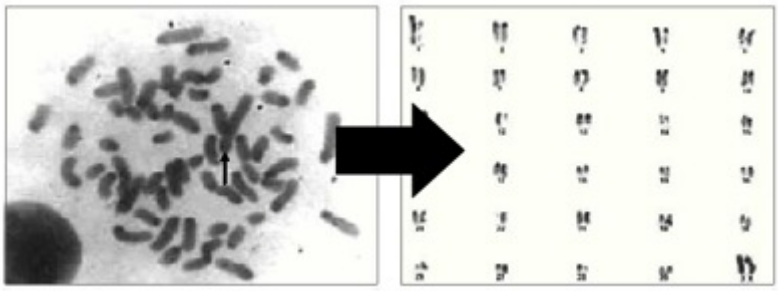


Figura 2.2. Identificació i classificació dels cromosomes per parelles

Un sobretractament amb tripsina farà aparèixer els cromosomes borrosos, la qual cosa dificultarà el reconeixement correcte de les bandes, mentre que un tractament insuficient provocarà un contrast baix, de manera que les bandes no es diferenciaran i la identificació dels cromosomes no serà possible. Els cromosomes correctament tripsinitzats seran observats amb un patró de bandes G clares i ben contrastades.

4.3. ANOMALIES CROMOSÒMIQUES

4.3.1. Citogenètica clínica

L'any 1956 es va determinar que les cèl·lules humanes tenen una dotació cromosòmica de 2*n* = 46. Només tres anys més tard es va identificar la primera malaltia que té el seu origen en una alteració del nombre de cromosomes, la síndrome de Down. Els individus que presenten aquesta anomalia cromosòmica o cromosomopatia tenen tres còpies del cromosoma 21, cosa que es coneix amb el nom de *trisomia*.

La majoria d'anomalies cromosòmiques impliquen un fetus inviable, però hi ha uns pocs casos que es poden arribar a desenvolupar fins al naixement.

De manera general, les anomalies cromosòmiques es classifiquen en estructurals, si afecten l'ordenació lineal dels gens (delecions, duplicacions, inversions i translocacions), i numèriques, si afecten el nombre de cromosomes (poliploïdies, trisomies, monosomies...). D'altra banda, segons si afecten els autosomes o els cromosomes sexuals, les cromosomopaties es classifiquen en autosòmiques i sexuals.

4.3.2. Anomalies autosòmiques

Les més freqüents en humans són la síndrome de Down (trisomia del cromosoma 21), la síndrome de Patau (trisomia del 13), la síndrome d'Edwards (trisomia del 18), la síndrome Cri du Chat (deleció del braç curt del cromosoma 5), la síndrome de DiGeorge (deleció parcial del braç llarg del cromosoma 22) i el cromosoma Filadèlfia (translocació entre els cromosomes 9 i 22).

4.3.3. Anomalies dels cromosomes sexuals

En humans podem trobar la síndrome de Klinefelter (poliploïdies del cromosoma X en homes: XXY, XXXY, XXXXY), la síndrome XYY (un cromosoma Y extra en homes), la síndrome de Turner (un únic cromosoma X: X0) i la síndrome XXX (un cromosoma X extra en dones).

4.3.4. Implicacions

Actualment tenim els mitjans que possibiliten la detecció abans del naixement d'aquestes (i altres) anomalies. Això ha comportat un interessant debat ètic i legal que sobrepassa l'àmbit purament científic.

4.4. TREBALL D'AULA

El treball es durà a terme sobre la imatge d'una extensió cromosòmica humana tenyida per tal de posar de manifest el seu patró de bandes G. Cal relacionar cada parella de cromosomes per tal d'identificar el subjecte del cariotip. Resulta interessant determinar-ne el sexe, les possibles anomalies cromosòmiques numèriques, i de quina tipologia són.

Es dóna una plantilla de treball amb un cariotip parcial que cal completar anotant les dades d'interès.

4.5. INFORME DE LABORATORI

PRÀCTICA: CAS 2

DETERMINACIÓ CROMOSÒMICA

Codi del cariotip de treball

#_____

Sexe

Home ☐ Dona ☐

Anomalies cromosòmiques

Estructural Sí ☐ No ☐

Deleció ☐
Duplicació ☐
Inversió ☐
Translocació ☐

Numèrica Sí ☐ No ☐

Autosòmica ☐

Síndrome de Down ☐
Síndrome de Patau ☐

Sexual ☐

Síndrome de Klinefelter ☐
Síndrome XYY ☐
Síndrome de Turner ☐
Síndrome XXX ☐

5. IDENTIFICACIÓ I QUANTIFICACIÓ DE FÀRMACS

En aquesta sessió de pràctiques identificarem mitjançant una cromatografia de capa prima quin fàrmac té una mostra problema entre les substàncies àcid acetilsalicílic, cafeïna, ibuprofèn i paracetamol, mitjançant la comparació amb patrons purs d'aquestes substàncies. Un cop identificat el fàrmac, el quantificarem emprant una determinació espectrofotomètrica. El desenvolupament de la pràctica ens permetrà familiaritzar-nos amb una de les tècniques cromatogràfiques més versàtils per a la identificació de compostos: la cromatografia de capa fina. A més, consolidarem els coneixements en determinacions espectrofotomètriques ja abordats en el cas 1.

5.1. INTRODUCCIÓ

5.1.1. CROMATOGRAFIA

La cromatografia és un mètode físic de separació en el qual els components per separar es distribueixen entre dues fases, una de les quals és estacionària (fase estacionària), mentre que l'altra (fase mòbil) es mou en una direcció definida.

5.1.1.1. TÈCNIQUES CROMATOGRÀFIQUES

Els mètodes cromatogràfics es poden classificar segons:

a) <u>la forma del llit cromatogràfic</u>

Cromatografia en columna
Tècnica de separació en la qual el llit estacionari es troba dins d'un tub. Les partícules de la fase sòlida estacionària o el suport envoltat d'una fase estacionària líquida poden omplir completament el tub (*packed column*, columna reblerta) o estar concentrats tot al llarg de les parets deixant un camí lliure per a la fase mòbil a la part central (*open-tubular column*).

Cromatografia plana
Tècnica de separació en la qual la fase estacionària és present com un pla o sobre un pla. El pla pot ser paper, que serveix com a tal o està impregnat amb una substància que actua de llit estacionari (*paper chromatography*, cromatografia sobre paper), o una capa de partícules sòlides estesa o col·locada sobre una placa inerta, per exemple de vidre (*thin layer chromatography,* cromatografia de capa prima).

b) <u>l'estat físic de la fase mòbil</u>

Les tècniques cromatogràfiques es classifiquen sovint especificant l'estat físic de les dues fases que s'utilitzen. Segons aquesta classificació s'utilitzen els termes següents:

Cromatografia gas-líquid (*gas-liquid chromatography* (GLC))
Cromatografia gas-sòlid (*gas-solid chromatography* (GSC))
Cromatografia líquid-líquid (*liquid-liquid chromatography* (LLC))

Cromatografia líquid-sòlid (*liquid-solid chromatography* (LSC))

c) el mecanisme de separació

Cromatografia d'adsorció (*adsorption chromatography*)
La separació es basa principalment en diferències entre les afinitats d'adsorció dels components de la mostra per la superfície del sòlid actiu (Figura 2.3)

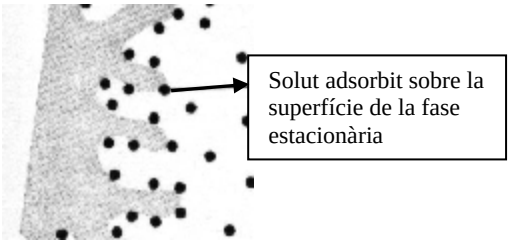


Figura 2.3. Cromatografia d'adsorció
(http://www.rpi.edu/dept/chem-eng/Biotech-Environ/CHROMO/be_types.htm)

Cromatografia de partició (*partition chromatography*)
La separació (Figura 2.4) es basa principalment en diferències entre les solubilitats dels diferents components de la mostra en la fase estacionària (cromatografia en fase gas) o en diferències entre les solubilitats dels components entre la fase mòbil i la fase estacionària (cromatografia líquida).

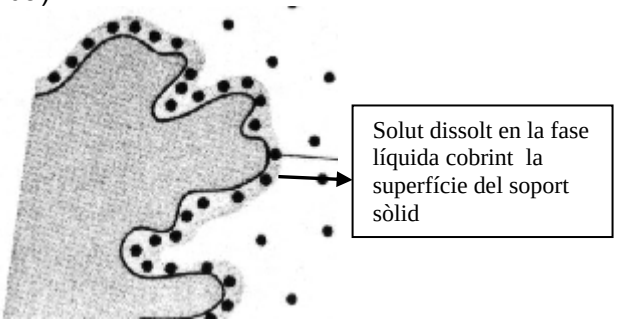


Figura 2.4. Cromatografia de partició
(http://www.rpi.edu/dept/chem-eng/Biotech-Environ/CHROMO/be_types.htm)

Cromatografia de bescanvi iònic (*ion-exchange chromatography*)
La separació es basa principalment en diferències en les afinitats d'intercanvi iònic dels diferents components de la mostra (Figura 2.5).

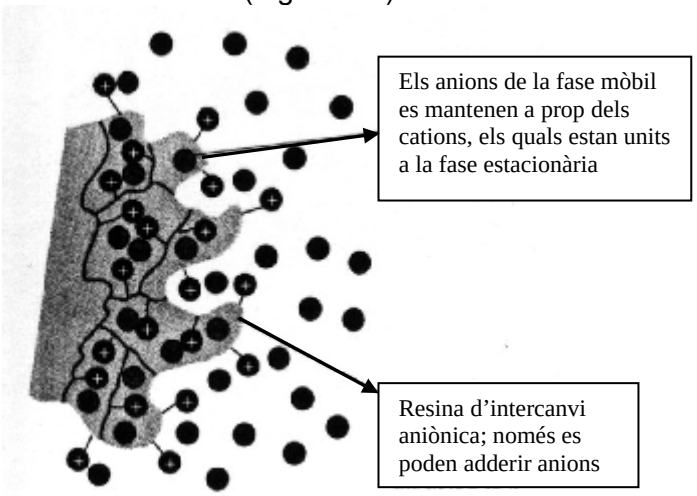


Figura 2.5. Cromatografia de bescanvi
(http://www.rpi.edu/dept/chem-eng/Biotech-Environ/CHROMO/be_types.htm)

Cromatografia d'exclusió (*exclusion chromatography*)
La separació es basa principalment en efectes d'exclusió, com ara diferències en la mida i/o forma de les molècules o en la seva càrrega (Figura 2.6).

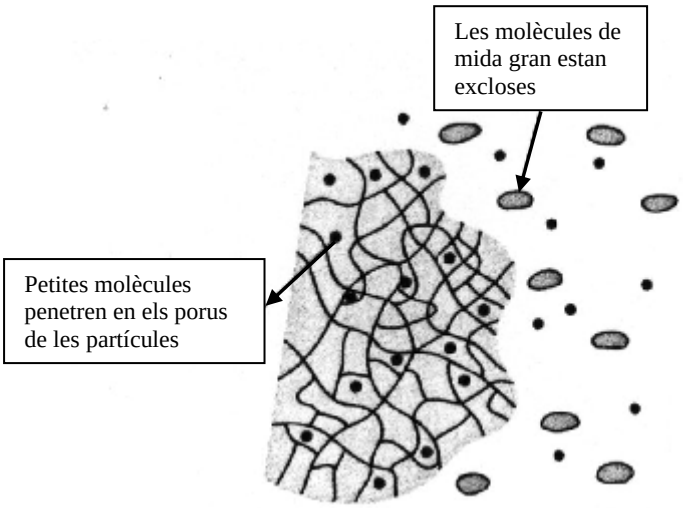


Figura 2.6. Cromatografia d'exclusió
(http://www.rpi.edu/dept/chem-eng/Biotech-Environ/CHROMO/be_types.htm)

Cromatografia d'afinitat (*affinity chromatography*)
Aquesta expressió caracteritza una variant particular de la cromatografia en la qual la interacció específica biològica d'unió lligand-anàlit s'utilitza per a la separació (Figura 2.7).

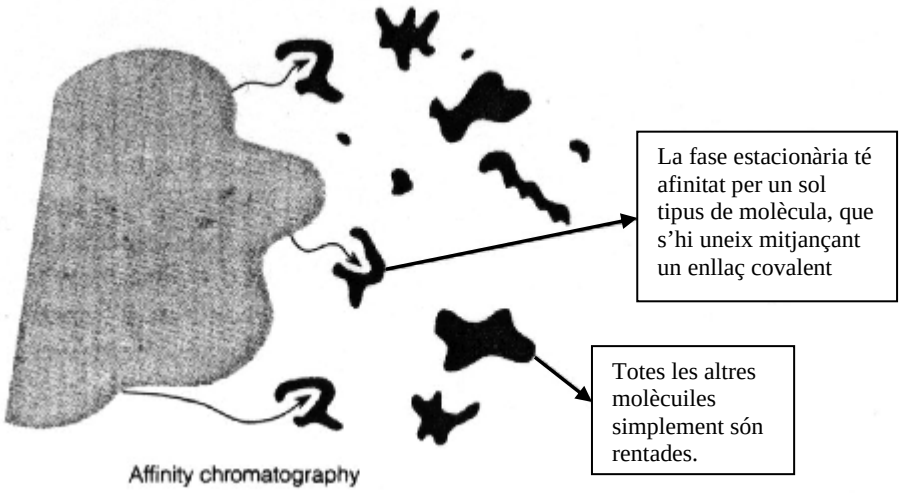


Figura 2.7. Cromatografia d'afinitat
(http://www.rpi.edu/dept/chem-eng/Biotech-Environ/CHROMO/be_types.htm)

La cromatografia és una tècnica de separació extraordinàriament versàtil que permet separar una mescla homogènia basada en les diferències en l'equilibri de distribució de diverses substàncies dissoltes entre dues fases. Cada component de la mescla experimenta un equilibri de distribució entre les dues fases. Un component que es troba principalment en la fase mòbil es mou més ràpidament que un component que mostra més afinitat per la fase estacionària. D'aquesta manera sorgeix una diferència en la velocitat de moviment dels compostos i per tant aquests es poden separar.

5.1.1.2. Cromatografia de capa prima (CCP) / *thin layer cromatography* (TLC)

Consideracions generals

La cromatografia de capa prima és una de les formes més simples de cromatografia. Segons les classificacions que acabem de mostrar, és una cromatografia plana segons la forma del llit cromatogràfic, és una cromatografia líquid-sòlid segons l'estat físic de les fases i segons el mecanisme de separació que utilitza és una cromatografia d'adsorció.

La cromatografia de capa prima (Figura 2.8) és un procediment senzill, ràpid i econòmic que permet saber quants components hi ha en una mescla, i també es pot utilitzar per identificar un compost en una mostra problema quan el seu comportament és comparat amb el d'un o diversos patrons.

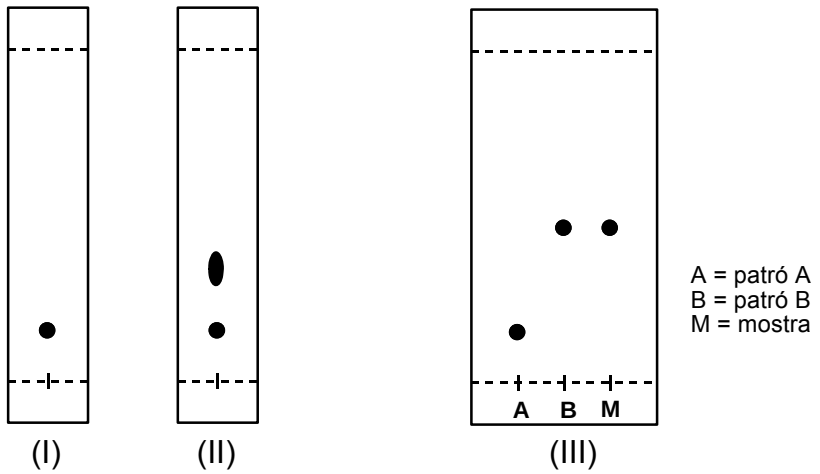


Figura 2.8. Cromatografia de capa prima

-En aquesta tècnica cromatogràfica la fase mòbil, és a dir, el dissolvent que s'anomena ***eluent***, avança per la fase estacionària, l'adsorbent, per acció capil·lar. L'adsorbent, anomenat ***capa fina***, està format per una capa d'adsorbent (generalment sílice o alúmina) d'espessor uniforme dipositada sobre un suport sòlid (plàstic, alumini o vidre). Una petita quantitat de la mostra per analitzar s'aplica prop de la part inferior de la placa. La placa de cromatografia de capa prima (CCP) es col·loca en una cambra d'elució contenint un cert volum de dissolvent, de manera que només la part més inferior de la placa estigui submergida. El líquid o eluent és la fase mòbil que puja lentament per la placa de CCP mitjançant l'acció capil·lar.

Quan l'eluent passa a través de la taca de mostra que s'ha aplicat, s'estableix un equilibri per a cada un dels components de la mescla entre les molècules d'aquest component que estan adsorbides al sòlid i les molècules que hi ha en solució. En principi, els components difereixen en solubilitat i en la força de la seva adsorció amb l'adsorbent i alguns components estaran més allargassats per la placa que uns altres. Quan l'eluent hagi arribat a la part superior de la placa, la placa es treu de la cambra d'elució i s'eixuga, i els components de la mostra separats es poden visualitzar. Si els compostos tenen color, la visualització és directa. Tanmateix, la majoria de vegades els compostos no tenen color i cal una làmpada UV per tal de visualitzar la placa (la mateixa placa conté un fluoròfor que emet fluorescència en tota placa excepte als llocs on hi ha un compost orgànic).

Ara veurem amb una mica més de detall alguns dels aspectes de la cromatografia de capa prima.

Tanc d'elució

El tanc d'elució pot ser una cambra especialment dissenyada, un pot de conserva o un vas de precipitat que tapem amb un vidre de rellotge (Figura 2.9). Per ajudar a saturar la cambra amb els vapors del dissolvent s'introdueix un paper de filtre que envolti gairebé tota la cambra (deixant una franja lliure per tal que es pugui observar com evoluciona la capa prima). S'introdueix a continuació l'eluent al tanc d'elució de manera que formi una capa entre 0,4 i 0,9 cm de gruix (generalment uns 10 mL). Es tapa el tanc d'elució, se sacseja i es deixa preparat mentre es prepara la capa prima.

Recipient que utilitzarem com a tanc d'elució

Introducció de paper de filtre per ajudar a saturar el tanc d'elució

Introducció de l'eluent al tanc d'elució

Figura 2.9. Preparació del tanc d'elució

És aconsellable canviar sovint l'eluent que s'utilitza al tanc d'elució, ja que s'empren dissolvents volàtils i pot canviar la composició de la mescla. A més a més, pot agafar humitat, i com que l'aigua és molt polar, pot variar molt el temps de retenció del producte en estudi.

Capa prima

Les plaques de CCP que s'utilitzen al laboratori de TCI-II són de gel de sílice com a absorbent i amb un suport d'alumini, de manera que es poden tallar amb les tisores. Les plaques s'han de manipular i tallar amb cura per evitar que es malmeti o s'embruti la capa d'adsorbent.

Un cop tallada la placa, es marca la línia de base amb llapis (el grafit és inert i no interfereix en l'anàlisi, si s'utilitzés un bolígraf, la tinta interferiria en l'anàlisi) a 1 cm de la part inferior de la placa i la marca superior, a 0,5 cm de l'extrem superior. Cal vigilar i no prémer gaire fort amb el llapis per tal de no malmetre la capa d'adsorbent. La línia de base és la línia d'origen on s'aplicaran les mostres. En aquesta línia d'origen es marquen uns punts que s'etiqueten a la part inferior amb la mostra que s'hi punxarà (Figura 2.10). Cal deixar prou espai entre les diferents mostres per tal que no corrin juntes (com a norma general es recomana utilitzar una placa d'uns 4 cm d'amplada per a 4 mostres).

Figura 2.10. Placa de CCP preparada amb la línia de base, la línia superior i els punts per punxar les mostres

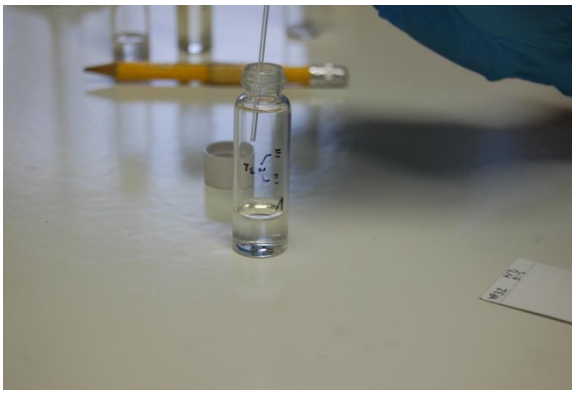
Punxar la mostra a la capa prima

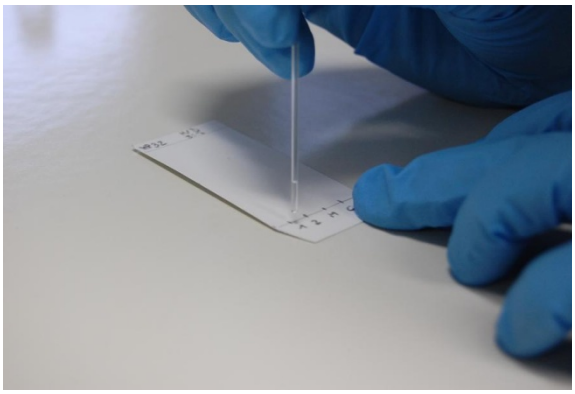
La mostra per analitzar s'aplica a la placa de cromatografia mitjançant un procés que anomenem *punxar la mostra (*Figura 2.11*)*.

Si la mostra no està en solució, cal dissoldre'n aproximadament 1 mg en unes poques gotes d'un dissolvent orgànic volàtil com ara hexà, acetat d'etil o diclorometà. Generalment, no es pesa la mostra, sinó que se'n dissol una petita part i es prova de punxar a la placa. Si la mostra és massa concentrada (dóna una taca molt intensa), caldrà diluir-la per evitar obtenir una taca molt gran i allargassada que s'allargui per tota la capa prima i que no permetria diferenciar si hi ha més d'un producte sota aquesta taca. Si no és prou concentrada, no la podrem observar; en aquest cas es pot punxar nombroses vegades, però esperant que el dissolvent s'assequi cada vegada per evitar que es dispersi el producte. Generalment s'aplica un procediment d'assaig error per obtenir taques de la mida adequada.

El capil·lar se submergeix a la mostra dissolta de manera que per capil·laritat n'entri una petita quantitat. Amb cura, es punxa el capil·lar al punt d'aplicació de la línia de base de la capa prima deixant una gota petita a sota i s'espera que s'evapori el dissolvent. Els productes punxats s'han d'introduir secs al tanc d'elució per evitar variacions de polaritat a l'eluent, ja que això també afectaria els temps de retenció dels productes en estudi.

Els capil·lars es poden reciclar si es renten amb un dissolvent orgànic que dissolgui la mostra punxada (cloroform, acetona, etanol...) dues o tres vegades.





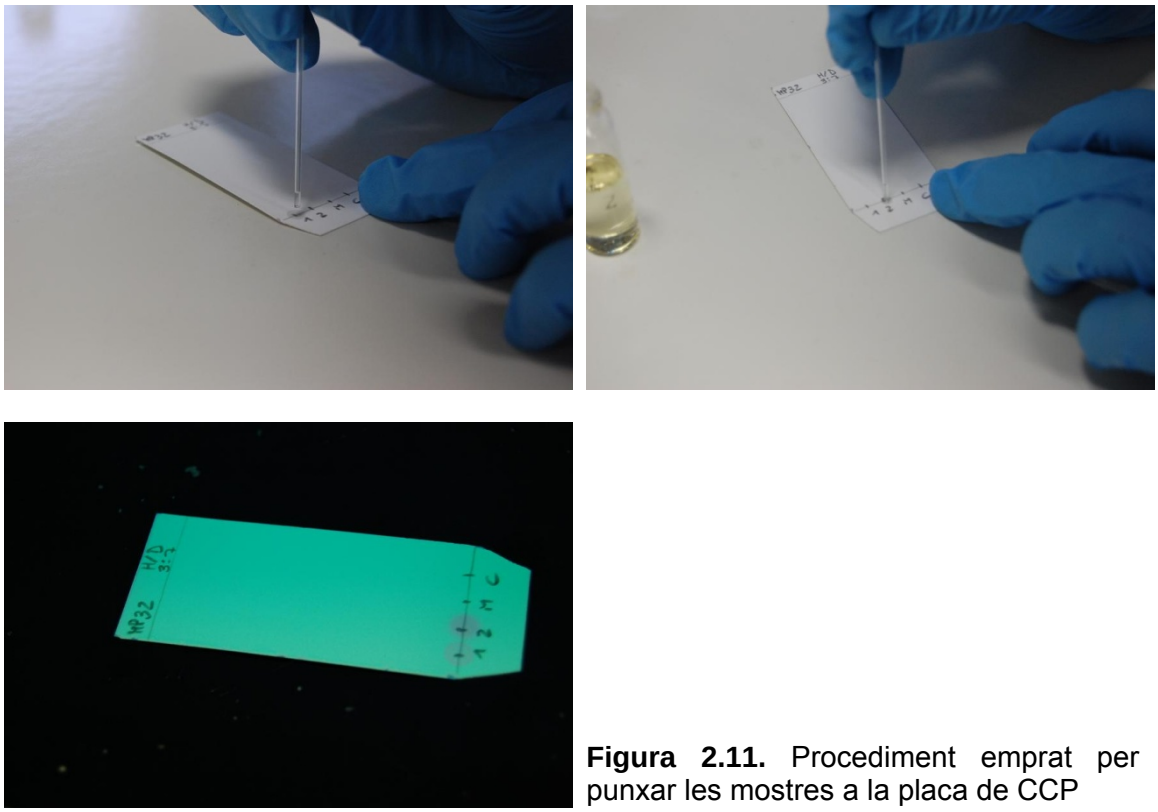
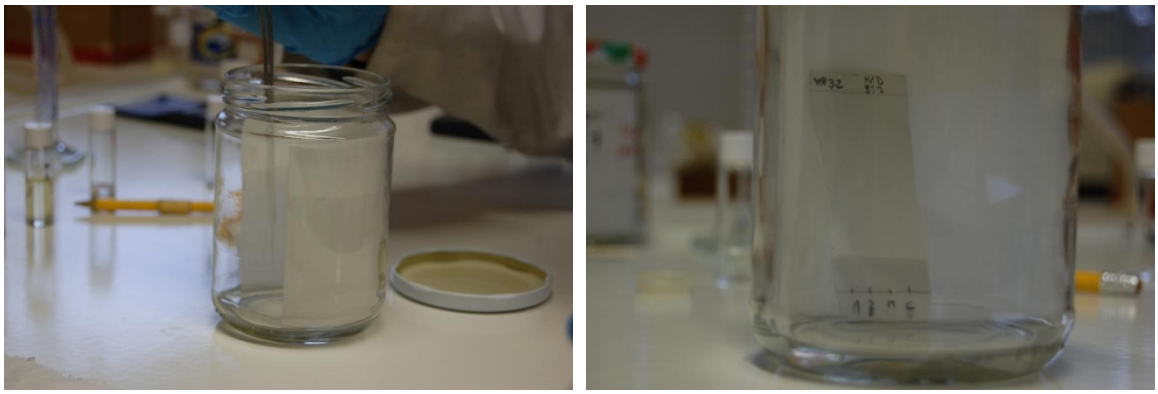


Figura 2.11. Procediment emprat per punxar les mostres a la placa de CCP

Pujar la CCP

Es col·loca la placa de CCP a la cambra d'elució, es tapa la cambra d'elució i s'observa com l'eluent puja per capil·laritat sense moure la cambra d'elució Figura 2.12). Es deixa pujar l'eluent fins que queden aproximadament 0,5 cm per arribar a la part superior de la placa. En aquest moment, es treu la placa de la cambra d'elució, es marca amb un llapis el nivell màxim assolit per l'eluent i es deixa evaporar el dissolvent abans de visualitzar-la (l'eluent podria interferir en la visualització de les taques).



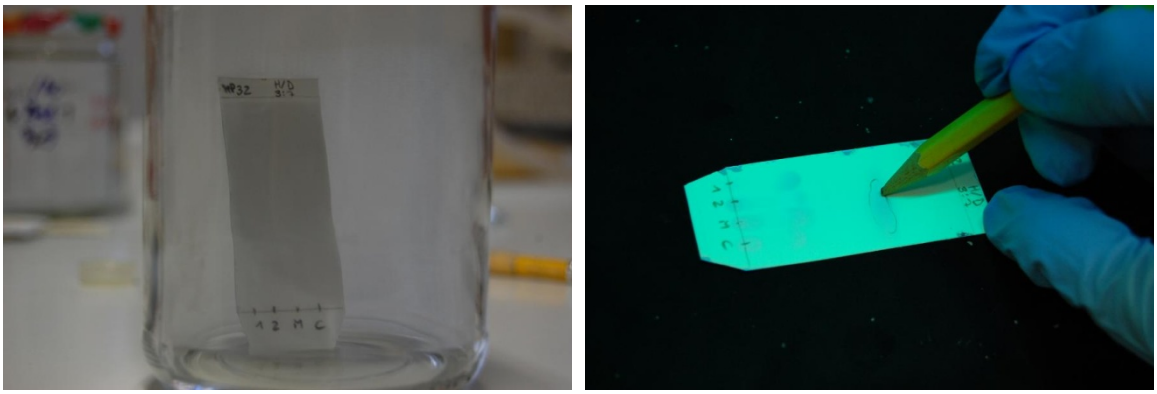


Figura 2.12. Introducció de la capa prima al tanc d'elució, observació de com puja la capa prima i visualització dels productes sota la llum UV

Molt sovint és útil punxar un punt mescla que conté totes les mostres punxades a la placa de CCP. Aquest punt ens pot ajudar a diferenciar si dues taques amb R_f molt similar són el mateix producte o productes diferents (Figura 2.13).

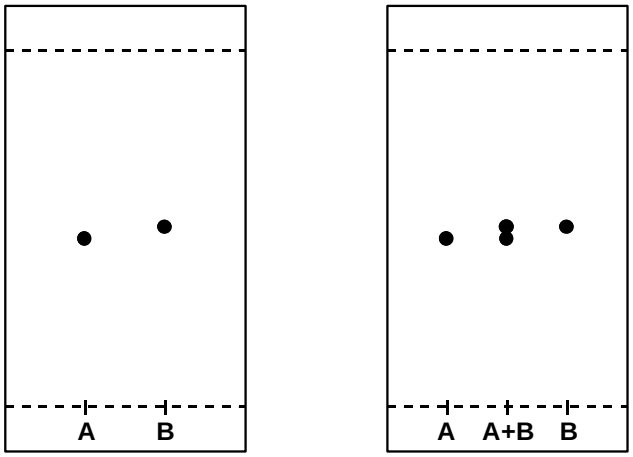


Figura 2.13. Utilitat del punt mescla en la CCP

Revelatge o visualització de taques

En el cas que s'utilitzin productes amb color, les taques es poden observar directament a simple vista i marcar amb un llapis (el color pot desaparèixer amb el temps). Tanmateix, la majoria de compostos orgànics són incolors i per tant caldrà un altre mètode de visualització. El més emprat és una làmpada de llum ultraviolada. Es col·loca la placa de CCP sota la làmpada ultraviolada i es marquen les taques amb un llapis.

S'ha de tenir cura amb la llum ultraviolada amb els ulls i la pell, ja que aquestes longituds d'ona els afecten.

Si no es pot visualitzar la mostra sota la llum ultraviolada, es poden emprar multitud d'agents reveladors (agents que reaccionen amb els components de la mostra donant

color) per intentar visualitzar-la. A la Taula 2.1 es presenten una sèrie d'agents reveladors interessants i força útils.

Per aplicar aquests agents reveladors es ruixa la capa fina amb aquests productes polvoritzats treballant en una campana per evitar inhalar els vapors que es desprenen en aquest procés, o s'introdueix la capa prima en una solució de l'agent revelador.

Taula 2.1. Mètodes de visualització en CCP (material extret del llibre *Purification of Laboratory Chemicals* de W. L. F. Armarego, C. L. L. Chai)

Reagent	Compound	Preparation	Observations
Iodine	General	Iodine crystals in a closed chamber or spray 1% methanol solution of Iodine	Brown spots which may disappear upon standing. Limited sensitivity.
H_2SO_4	General	50% solution, followed by heating to 150ºC	Black or coloured spots
Molybdate	General	5% $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ + 0.2% $Ce(SO_4)_2$ in 5% H_2SO_4, followed by heating to 150ºC.	Deep blue spots
Vanillin	General	0.5g vanillin, 0.5 mL H_2SO_4, 9 mL ethanol	various coloured spots
Ammonia	phenols	Ammonia vapour in a closed chamber	various coloured spots
$FeCl_3$	phenols, enolic compounds	1% aqueous $FeCl_3$	various coloured spots
2,4-DNP	aldehydes, ketones	0.5% 2,4-dinitrophenylhydrazine/2M HCl	red to yellow spots
HCl	aromatic acids and amines	HCl vapour in a closed chamber	various coloured spots
Ninhydrin	amino acids, and amines	0.3% ninhydrin in *n*-BuOH with 3% AcOH, followed by heating to 125ºC/10 min	blue spots
$PdCl_2$	S and Se compds	0.5% aq. $PdCl_2$ + few drops of conc. HCl	red and yellow spots
Anisaldehyde	carbohydrates	0.5 mL anisaldehyde in 0.5 mL conc H_2SO_4 + 95% EtOH + a few drops of AcOH Heat at 100-110ºC for 20-30 minutes	various blue spots

Anàlisi del resultat: càlcul del factor de retenció

El factor de retenció (R_f) es calcula tal com es mostra en la fórmula que es presenta a continuació, tenint en compte la Figura 2.14:

$$Rf = \frac{distància_recorreguda_pel_compost}{distància_recorreguda_per_l'eluent}$$

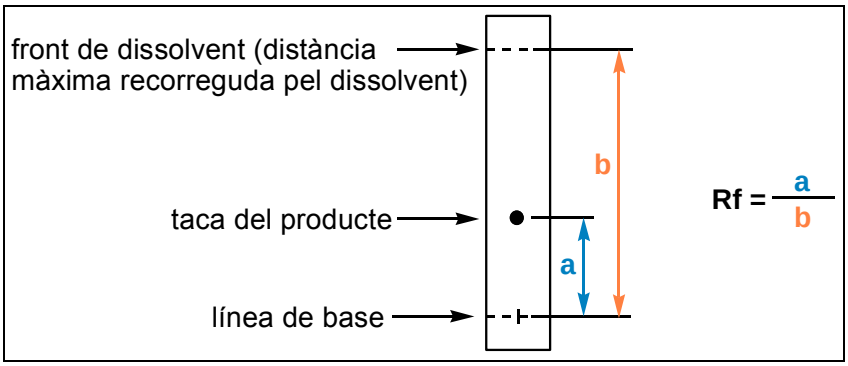


Figura 2.14. Càlcul del factor R_f

El factor de retenció (R_f) és una dada característica d'un compost, però depèn de les condicions següents:

- composició de l'eluent
- adsorbent utilitzat
- gruix de l'adsorbent
- quantitat de material punxat
- temperatura

Atès que és difícil mantenir tots aquests factors constants d'un experiment a un altre, per tal d'identificar compostos per CCP cal emprar patrons de les substàncies per identificar.

Com més gran sigui el R_f d'un compost, més distància ha recorregut a la placa de CCP. Quan es comparen diferents compostos que han corregut en condicions cromatogràfiques idèntiques, el compost amb un valor més gran de R_f és menys polar perquè interacciona d'una manera menys forta amb l'adsorbent de la placa de CCP, que és polar. Per tant, si es coneixen les estructures dels compostos en una mescla, es pot predir que un compost amb menys polaritat tindrà un valor més gran de R_f que un compost polar si es fan córrer a la mateixa placa.

El valor de R_f pot donar l'evidència de la identitat d'un compost. Si se sospita que una mostra pot contenir un compost determinat, es pot punxar una mostra autèntica d'aquest compost (un patró) i fer-la córrer a la placa de CCP de costat del compost problema. Si les dues substàncies tenen el mateix valor de R_f, molt probablement (però no necessàriament) seran el mateix compost. Per tenir-ne més certesa es pot provar de fer córrer de nou una CCP però amb una mescla d'eluents diferents. Si tenen diferent valor de R_f són amb tota certesa compostos diferents.

Polaritat

La fase estacionària és un sòlid polar porós i finament granulat. Aquesta fase pot ser alúmina o gel de sílice, però, tal com ja hem comentat, als laboratoris de TCI-II utilitzarem únicament sílice. L'eluent és un dissolvent orgànic o una mescla d'ells. La polaritat dels dissolvents orgànics per arrossegar els components en una CCP de sílice es presenta en la Taula 2.2.

Taula 2.2. Ordre de polaritat dels dissolvents orgànics en una CCP de sílice

	Sílice
Menys polar	Ciclohexà
	Pentà
	Tetraclorur de carboni
	Toluè
	Cloroform
	Èter dietílic
	Acetat d'etil
	Àcid acètic
Més polar	Metanol

En el procés d'adsorció tenim atraccions intermoleculars de tipus dipol-dipol o enllaços per pont d'hidrogen entre el solut i l'adsorbent. En el cas del gel de sílice, les interaccions són entre els grups Si-OH i Si-O-Si i els grups funcionals polars dels compostos orgànics.

Els soluts més polars queden més retinguts. Com que la fase estacionària és polar, les interaccions són més importants, i per tant la retenció és més gran per a un mateix eluent. Per a un mateix solut, com més polar és el dissolvent més s'elueix el compost, ja que hi ha més competència entre la fase estacionària i la fase mòbil.

Els àcids carboxílics són molt polars i, per tant, queden molt retinguts en el gel de sílice. Les amines també queden molt retingudes en una capa fina, però en aquest cas el motiu no és la seva polaritat, sinó el fet de ser bàsiques i poder formar una interacció àcid-base amb el sílice, que és àcid. En aquests casos, és convenient ajudar l'eluent amb una petita proporció d'àcid o de base (1% - 2%) perquè les taques s'elueixin.

5.1.2. DETERMINACIÓ ESPECTROFOTOMÈTRICA

5.1.2.1. Consideracions generals

L'espectroscòpia UV-visible és una tècnica analítica que permet determinar la concentració d'un compost en solució. Es basa en el fet que les molècules absorbeixen les radiacions electromagnètiques i, alhora, que la quantitat de llum absorbida varia de manera lineal amb la concentració. Per fer aquest tipus de mesures s'utilitza un espectrofotòmetre, en el qual es pot seleccionar una longitud d'ona de la llum que passa per una solució i mesurar la quantitat de llum absorbida per aquesta.

5.1.2.2. Principis de l'espectroscòpia ultraviolada-visible

L'**espectroscòpia ultraviolada-visible** o espectrometria UV-VIS implica l'espectroscòpia de fotons a la regió de la radiació ultraviolada-visible (Figura 2.15). Utilitza la llum en els rangs visible i adjacents (l'ultraviolat –UV– proper i l'infraroig –IR– proper) . La longitud d'ona (λ) comprèn entre 200 i 800 nm. La radiació absorbida per

les molècules des d'aquesta regió de l'espectre provoca transicions electròniques que es poden quantificar.

Un fotó dóna l'energia que un electró necessita per fer una absorció i passar a un nivell d'energia superior o sortir completament de l'àtom (ionitzar-se). L'electró en l'estat superior tendeix a emetre fotons en la regió de la UV-visible i retornar als nivells inferiors.

El principi de l'espectroscòpia ultraviolada-visible involucra, per tant, l'absorció de radiació ultraviolada-visible per part d'una molècula, la qual cosa provoca que els electrons de València siguin promoguts, des d'un estat basal, a altres estats excitats d'una energia més gran, i s'alliberi l'excés d'energia en forma de calor.

Aquesta tècnica és complementària a l'espectroscòpia de fluorescència, que tracta de les transicions de l'estat excitat a l'estat basal (espectroscòpia d'emissió), mentre que l'espectroscòpia ultraviolada-visible mesura transicions de l'estat basal a l'estat excitat (espectroscòpia d'absorció).

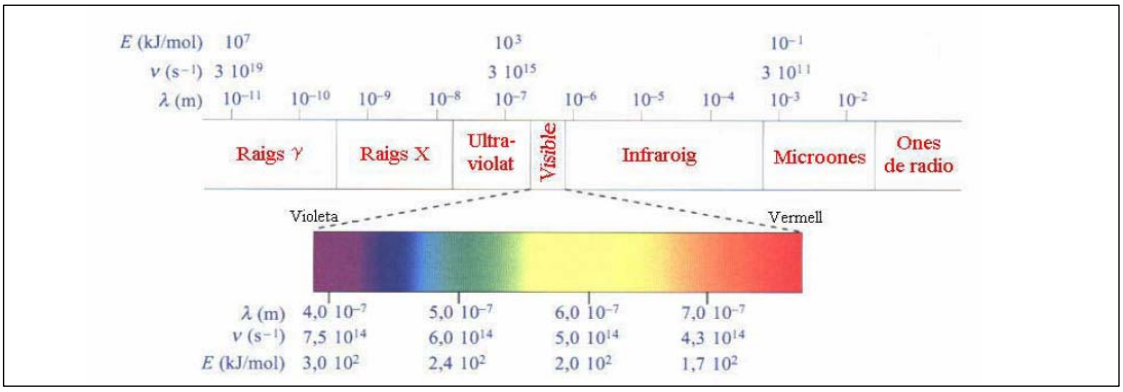


Figura 2.15. Esquema gràfic de l'espectre electromagnètic.
Figura adaptad de Química. Enlace químico y estructura de la materia, E. De Jesús. Universidad de Alcalà (2003)

La regió UV es defineix com el rang de longituds d'ona de 195 a 400 nm. És una regió d'energia molt alta. Provoca danys a l'ull humà i cremades comunes. Els compostos amb dobles enllaços aïllats, triples enllaços, enllaços peptídics, sistemes aromàtics, grups carbonil i altres heteroàtoms tenen la seva absorció màxima en la regió UV; per tant, aquesta regió és molt important per a la determinació qualitativa i quantitativa de compostos orgànics. Diversos factors (com el pH, la concentració de sals i el dissolvent) que alteren la càrrega de les molècules provoquen desplaçaments dels espectres UV.

La font de radiació ultraviolada és una làmpada de deuteri.

A la regió visible apreciem el color visible d'una solució, que correspon a les longituds d'ona de la llum que transmet, és a dir, la que no absorbeix. El color que absorbeix és el complementari al de la llum que transmet (Taula 2.3).

Així doncs, per fer mesures d'absorció és necessari utilitzar la longitud d'ona en la qual la solució acolorida absorbeix la llum.

La font de radiació visible sol ser una làmpada de tungstè i no proporciona prou energia per sota de 320 nm.

Taula 2.3. Longitud d'ona de les radiacions amb els colors absorbits i reflectits corresponents

longitud d'ona aproximada	color de llum que s'absorbeix	color de llum que es reflecteix o es veu
390 - 435	Violeta	Groc verdós
435 - 490	Blau	Groc
490 - 580	Verd	Vermell
580 - 595	Groc	Blau
595 - 650	Carabassa	Blau verdós
650 - 780	Vermell	Verd blavós

5.1.2.3. Aplicacions

L'espectroscòpia UV-visible s'utilitza extensivament en laboratoris de química i bioquímica per identificar alguns grups funcionals de molècules, i a més, de manera general, utilitzant la llei de Beer-Lambert, per a la determinació quantitativa dels components de solucions que presenten espècies absorbents en aquesta zona de l'espectre.

Els compostos que tenen un cromòfor són visibles en aquesta regió. Un cromòfor és qualsevol grup d'àtoms que absorbeix llum, independentment que presenti o no color. Si una molècula té un grup d'àtoms que absorbeix llum visible, es diu que és un cromòfor.

L'espectre ultraviolat-visible (UV-VIS) permet identificar biomolècules no conegudes. La longitud d'ona on s'obté un màxim d'absorció ($\lambda_{màx}$) pot servir per identificar una determinada substància.

5.1.2.4. Equació de Beer-Lambert

Aquesta llei expressa la relació entre l'absorbància de llum monocromàtica (de longitud d'ona fixa) i la concentració d'un cromòfor en solució:

$$A = \log I_0/I = \varepsilon \cdot c \cdot l$$

L'absorbància d'una solució és directament proporcional a la seva concentració (com més gran sigui el nombre de molècules, més gran serà la interacció de la llum amb elles); també depèn de la distància que recorre la llum per la solució (amb una concentració igual, com més distància recorri la llum per la mostra més molècules trobarà), i en últim lloc, depèn de ε, una constant de proporcionalitat (anomenada *coeficient d'extinció*, que és específica de cada cromòfor). Atès que *A* és adimensional, les dimensions de ε depenen de les de *c* i *l*. La segona magnitud (*l*) s'expressa sempre en cm, mentre que la primera (*c*) s'expressa, sempre que sigui possible, en M; per tant, les dimensions de ε resulten ser $M^{-1} \cdot cm^{-1}$. Aquest coeficient així expressat, en termes d'unitats de concentració molar (o un submúltiple apropiat), es denomina

coeficient d'extinció molar (ε_M). Quan, per desconeixença del pes molecular del solut, la concentració de la dissolució s'expressa en altres unitats diferents de M, per exemple $g \cdot L^{-1}$, les dimensions de ε resulten ser diferents, per exemple $g^{-1} \cdot L \cdot cm^{-1}$, i el coeficient així expressat se l'anomena *coeficient d'extinció específic* (ε_s).

La llei de Beer-Lambert es compleix per a solucions diluïdes (Figura 2.16); per a valors de concentració (*c*) alts, ε varia amb la concentració a causa de fenòmens de dispersió de la llum, agregació de molècules, canvis del medi, etc.

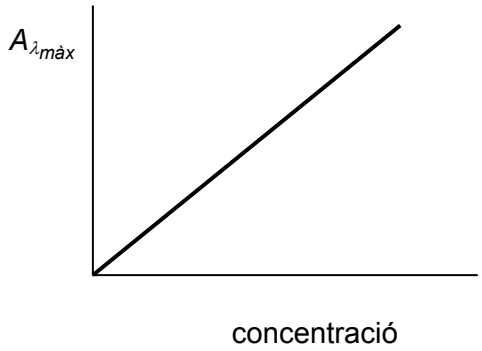


Figura 2.16. Llei de Beer-Lambert per solucions diluïdes

5.1.2.5. Espectrofotòmetre ultraviolat-visible

L'instrument utilitzat en l'espectroscòpia ultraviolada-visible s'anomena *espectrofotòmetre UV-VIS.* Mesura la intensitat de llum que passa a través d'una mostra (*I*) i la compara amb la intensitat de llum abans de passar a través de la mostra (I_0). La relació I/I_0 s'anomena *transmitància*, i s'expressa habitualment com un tant per cent (%*T*). L'absorbància (*A*) es basa en la transmissió:

$$A = -\log (\%T)$$

Una **font de llum** (generalment una làmpada incandescent per a longituds d'ona visibles, o una làmpada d'arc de deuteri a l'ultraviolat).

Un **monocromador** que selecciona un feix de llum amb una longitud d'ona determinada (feix monocromàtic). Això s'aconsegueix mitjançant l'ús de reixes de difracció i filtres per tal de descompondre la llum de la làmpada.

Una **cel·la portamostres**. S'utilitzen materials transparents en el rang de freqüències utilitzat com ara plàstics i, sobretot, quars.

Un **detector** per mesurar la intensitat del feix transmès. Generalment es tracta d'una cèl·lula fotoelèctrica que tradueix I_λ en una intensitat de corrent o diferència de potencial.

Un **comptador** o una pantalla de visualització.

Les mostres per a l'espectroscòpia UV-VIS solen ser líquides, encara que l'absorbància dels gasos i fins i tot dels sòlids també es pot mesurar. Es requereix l'ús de dissolvents transparents (que no absorbeixen) com aigua, etanol, hexà, ciclohexà. Les mostres se solen col·locar en una cel·la transparent, coneguda com *cel·la*. Les cel·les solen ser rectangulars, amb una amplada interior d'1 cm. Aquesta amplada es

converteix en la longitud de ruta, *L*, en la llei de Beer-Lambert. També en alguns instruments es poden utilitzar tubs d'assaig com a cel·les. Les millors cel·les estan fetes de quars d'alta qualitat, encara que també són habituals les de vidre i plàstic. El vidre i la majoria dels plàstics absorbeixen a la regió de l'ultraviolat i són, per tant, només útils per a longituds d'ona en la regió visible.

L'absorbància de la mostra és proporcional a la concentració de la mostra d'acord amb l'equació de Beer-Lambert: $A = \varepsilon l c$, on ε = absortivitat molar, c = a la concentració en mols·L^{-1} i l = longitud de la cel·la en cm.

Un espectre ultraviolat-visible és essencialment un gràfic d'absorbància de llum versus una longitud d'ona en el rang de l'ultraviolat o la llum visible. Aquest espectre pot ser produït directament amb els espectrofotòmetres més sofisticats o bé es poden enregistrar les dades d'una sola longitud d'ona amb els instruments més simples. La longitud d'ona es representa amb el símbol λ. Per a una substància determinada, la longitud d'ona per la qual es produeix un màxim d'absorbància en l'espectre s'anomena $\lambda_{màx}$.

L'espectre d'absorció d'un cromòfor depèn, fonamentalment, de l'estructura química de la molècula. Per aquesta raó, les longituds d'ona dels pics d'absorció es poden correlacionar amb els tipus d'enllaç en una determinada molècula, i són valuosos per determinar els grups funcionals que hi són presents. En aquesta zona no absorbeixen enllaços dobles ni triples aïllats. Només absorbeixen enllaços π conjugats i heteroàtoms amb parells d'electrons no compartits (O, N) com a grups cromòfors.

Tanmateix, l'absorció UV-visible no és una prova específica per a un compost determinat. La naturalesa del dissolvent, el pH de la dissolució, la temperatura, la concentració d'electròlits i la presència de substàncies interferents poden influir en els espectres d'absorció dels compostos, així com les variacions en l'amplada de l'escletxa (amplada de banda efectiva) en l'espectrofotòmetre.

5.2. OBJECTIUS

A. Familiaritzar-se amb la tècnica de la cromatografia de capa prima i utilitzar-la per identificar una mostra problema per comparació amb patrons coneguts.

B. Familiaritzar-se amb l'espectroscòpia UV-visible i utilitzar-la, mitjançant l'aplicació de la llei de Beer-Lambert, per a l'anàlisi quantitativa d'un fàrmac en dissolució.

5.3. MATERIAL

Aparells	Material	Reactius
Làmpada UV Espectrofotòmetre	Plaques de TLC de gel de sílice Cambra d'elució Proveta Tub capil·lar 2 cel·les de quars Paper de pesada 4 matrassos aforats de 25 ml 1 matràs aforat de 50 ml 1 pipeta aforada de 2 ml 1 pipeta aforada de 10 ml Comptagotes Pera per a les pipetes Espàtula	Cafeïna Àcid acetilsalicílic Ibuprofèn Paracetamol/acetaminofèn Etanol Acetat d'etil Cloroform

5.4. PROCEDIMENT EXPERIMENTAL

5.4.1. CROMATOGRAFIA

Preparació de les dissolucions patró

Abans de començar la pràctica cal preparar les dissolucions dels 4 compostos possibles (cafeïna, àcid acetilsalicílic, ibuprofèn i paracetamol) que necessitarem com a patrons per a la cromatografia de capa prima. Per a això, dissoldrem una mínima quantitat de cadascun dels compostos en etanol en un vial.

Preparació de la cambra d'elució

A continuació prepararem la cambra d'elució tal com s'explica en la introducció d'aquest document utilitzant acetat d'etil com a dissolvent eluent.

Punxar la placa

Se subministrarà a cadascun dels estudiants una mostra problema en solució de la qual es determinarà en primer lloc el tipus de substància de què es tracta i que posteriorment es quantificarà.

Es punxarà a la placa de cromatografia de capa prima subministrada a l'estudiant cadascun dels patrons, un punt mescla amb tots els components i la mostra problema.

Fer córrer la placa

S'introduirà la placa de cromatografia de capa prima a la cambra d'elució i es farà córrer fins a assolir pràcticament l'extrem superior.

Visualització de la placa

Un cop seca la placa de cromatografia es visualitzarà sota la làmpada d'ultraviolat i amb un llapis se'n marcaran les taques.

Anàlisi de dades

Es dibuixa la capa fina obtinguda, es calcula el valor de R_f de cadascun dels patrons i de la mostra problema i en funció del resultat obtingut s'assigna la mostra problema a un dels compostos patró.

5.4.2. Determinació espectrofotomètrica

5.4.2.1. Preparació de les dissolucions patró i obtenció de la recta de calibratge corresponent al fàrmac detectat a la mostra problema

Una vegada identificada la substància continguda a la mostra problema, es fa una recta de calibratge corresponent al fàrmac detectat. Caldrà, doncs, preparar les dissolucions patró per a cada un dels fàrmacs.

Es procedeix segons cada cas, tal com s'indica a continuació:

*Cafeïna: Per preparar una dissolució patró de cafeïna (1 g/l) es pesen 0,100 g de cafeïna, que es dissolen i s'enrasen amb cloroform a 100 ml. A continuació, es prepara una segona dissolució patró de 40 mg/l, a partir de 2 ml del primer patró (1 g/l) en 50 ml (amb cloroform).

Per tal de preparar la recta de calibratge de la cafeïna es mesuren 2, 4,6 i 10 mL de la dissolució patró de 40 mg/l i s'enrasen a 25 mL amb cloroform (3,2 - 16 mg/L).

Es mesura l'absorbància d'aquests patrons de cafeïna a **276 nm**, utilitzant cloroform com a blanc.

Un patró de cafeïna de 10 mg/l presenta una absorbància de 0,49.

*Àcid acetilsalicílic: Per preparar la dissolució patró d'àcid acetilsalicílic (0,5 g/l) es pesen 0,125 g d'àcid acetilsalicílic, que es dissolen i s'enrasen amb etanol a 250 ml.

Per preparar la recta de calibratge de l'àcid acetilsalicílic es mesuren 2, 4, 6 i 10 mL de la dissolució patró de 500 mg/l i s'enrasen a 25 ml amb etanol (40-200 mg/l).

Es mesura l'absorbància dels patrons d'àcid acetilsalicílic a **268 nm**, utilitzant etanol com a blanc.

Un patró d'àcid acetilsalicílic de 100 mg/l dóna una absorbància de 0,30.

*Paracetamol: Per preparar la dissolució patró de paracetamol (1 g/l) es pesen 0,100 g de paracetamol, que es dissolen i s'enrasen amb etanol a 100 ml. Per preparar una dissolució patró de 40 mg/l, es fa una dilució de 2 ml en 50 ml (amb etanol).

Per preparar la recta de calibratge del paracetamol es mesuren 2, 4, 6 i 10 mL de la dissolució patró de 40 mg/l i s'enrasen a 25 mL amb etanol.

Es mesura l'absorbància d'aquests patrons de paracetamol a **245 nm**, utilitzant etanol com a blanc.

*Ibuprofèn: Per preparar la dissolució patró d'ibuprofèn (1 g/l) es pesen 0,100 g d'ibuprofèn, que es dissolen i s'enrasen amb etanol a 100 ml. Per preparar una dissolució patró de 80 mg/l, es fa una dilució de 4 ml en 50 ml (amb etanol).

Per preparar la recta de calibratge de l'ibuprofèn es mesuren 2, 4, 6 i 10 mL de la dissolució patró de 80 mg/l i s'enrasen a 25 mL amb etanol.

Es mesura l'absorbància d'aquests patrons d'ibuprofèn a **221 nm**, utilitzant etanol com a blanc.

5.4.2.2. Preparació de la mostra problema i lectura de l'absorbància relativa a la longitud d'ona adequada per tal de tenir en cada cas el màxim d'absorció

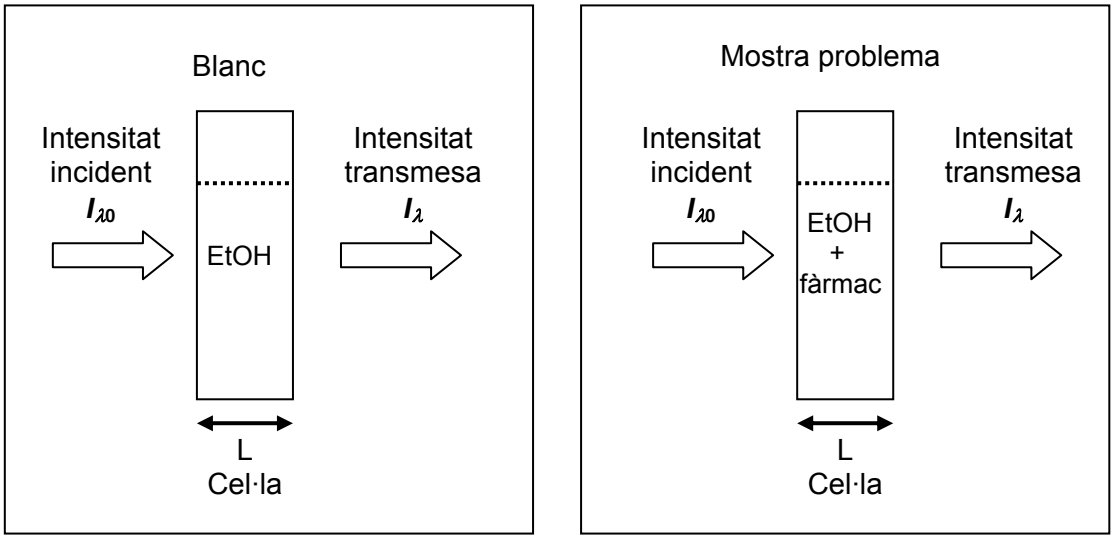
Des del punt de vista operatiu, el primer pas és seleccionar la font de llum i la longitud d'ona a la qual s'ha de fer la mesura. Hi ha espectrofotòmetres d'un sol feix (amb una

sola posició per allotjar la cel·la amb la mostra) i de doble feix (amb dues posicions per a dues cel·les). En el nostre cas, treballarem amb un espectrofotòmetre d'un sol feix.

Es mesura primer l'absorbància del dissolvent (conegut com *blanc*), al qual s'assigna el valor de zero mitjançant la funció autozero de l'aparell, de manera que la intensitat incident i la transmesa siguin iguals ($I_0 = I_t$) i, per tant, l'absorbància és zero. A continuació es col·loca la mostra a la cel·la i se'n llegeix l'absorbància.

Primera lectura: lectura del blanc

Segona lectura en presència del cromòfor problema



Nota: En el cas que el valor d'absorbància per a la mostra sigui més gran que el valor d'absorbància del patró de més concentració, serà necessari diluir la mostra fins que el valor d'absorbància entri dins dels límits establerts per la recta patró.

5.4.2.3. Anàlisi de dades

Representeu la recta de regressió (*A* versus concentració patró (g/l)) obtinguda a partir dels valors de *A* mesurats a la $\lambda_{màx}$ dels compostos patró.

Calculeu l'equació de la recta de regressió lineal i comproveu el seu coeficient de correlació.

Interpoleu a la recta patró el valor d'absorbància obtingut per a la mostra problema per tal de saber la concentració de fàrmac obtinguda (g/l). En els casos corresponents, tingueu en compte la dilució feta a la mostra de fàrmac analitzada.

A partir de la concentració de fàrmac contingut (g/l) a la mostra problema, determineu la quantitat màxima de fàrmac que podria haver contingut el vas trobat a l'escena del crim i que potencialment hauria pogut consumir la víctima (considereu que el volum total del vas és de 250 ml).

Compareu el resultat obtingut amb les dosis terapèutiques recomanades per a cada un dels fàrmacs i també les seves possibles interaccions amb altres substàncies i/o patologies de l'individu (vegeu els annexos).

5.5. ESQUEMA DEL PROCÉS EXPERIMENTAL

5.6. ANOTACIONS

5.7. RECULL I TRACTAMENT DE DADES

PRÀCTICA: CAS 2

IDENTIFICACIÓ I QUANTIFICACIÓ DE FÀRMACS

5.7.1. Cromatografia

5.7.1.1. Descriviu el fonament de la tècnica utilitzada.

Identifiqueu els agents separadors utilitzats al laboratori, omplint les dades que teniu a continuació.

Tipus de cromatografia:

Fase estacionària:

Suport de la fase estacionària:

Fase mòbil:

Tipus de visualització emprat:

5.7.1.2. Dibuixeu la cromatografia de capa prima obtinguda.

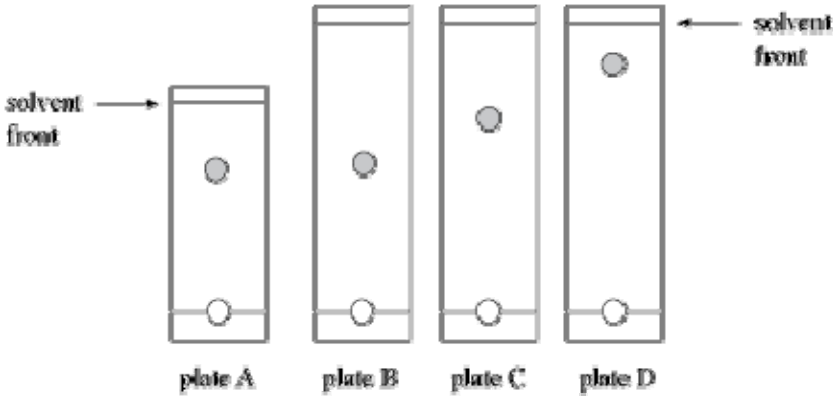
5.7.1.3. Calculeu el R_f per a cadascun dels patrons i la vostra mostra problema.

5.7.1.4. Quin fàrmac contenia la mostra problema analitzada? Comenteu en què us heu basat per fer-ne la identificació.

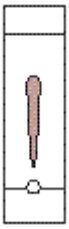
5.7.1.5. Qüestions:

Un company nou de laboratori no té gaire clara la tècnica cromatogràfica. Per aclarir alguns conceptes, us planteja les qüestions següents:

1. La capa fina *A* representa el cromatograma *TLC* d'un compost emprant hexà com a fase mòbil. El mateix compost es punxa en una capa fina més llarga i es fa córrer de nou amb hexà. Quina capa fina (*B, C* o *D*) representa correctament la distància que hauria corregut la mostra en la capa més llarga? Raoneu breument la resposta que li donaríeu.



2. Una de les primeres mostres que va analitzar el laboratori fent una cromatografia de capa prima d'un producte determinat va obtenir el resultat que es mostra a continuació. Us demana si va cometre algun error i en cas afirmatiu, quin.



3. Punxeu una mostra desconeguda en una placa de cromatografia de capa prima. Després de fer córrer la placa amb una mescla d'hexà i acetal d'etil 50:50, obteniu una única taca amb un R_f de 0,55. Aquesta prova és indicativa que la mostra desconeguda és pura? Què es podria fer per verificar la puresa de la mostra?

5.7.2. Espectroscòpia

5.7.2.1. Preparació de les solucions per a l'elaboració de la recta patró i la mesura espectrofotomètrica

Fàrmac patró:

Concentració dissolució patró (mg/L):

*Concentració dissolució patró 1: $A_1(\lambda_{màx})$ =

Càlculs:

*Concentració dissolució patró 2: $A_2(\lambda_{màx})$ =

Càlculs:

*Concentració dissolució patró 3: $A_3(\lambda_{màx})$ =

Càlculs:

* Concentració dissolució patró 4: $A_4(\lambda_{màx})$ =

Càlculs:

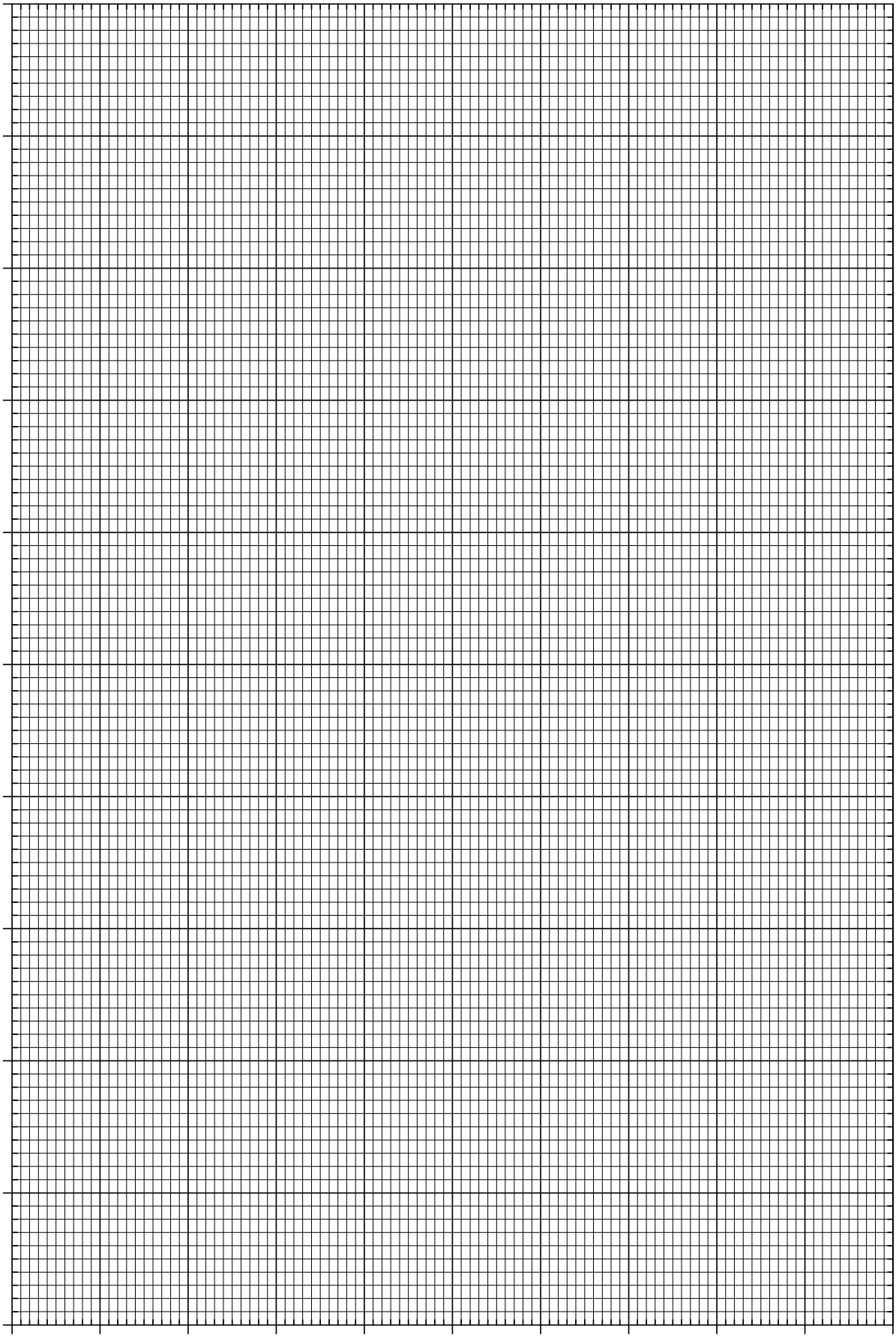
Material de laboratori emprat:

5.7.2.2. Representació de la recta patró

Representeu al paper mil·limetrat adjunt l'absorbància de cadascuna de les solucions patró mesurades enfront de la concentració de fàrmac corresponent (mg/L).

Equació de la recta de regressió lineal:

R (coeficient de correlació):



5.7.2.3. Preparació de la mostra problema i determinació de la concentració de fàrmac contingut (mg/l)

$A(\lambda_{màx})$ = Concentració dissolució problema (mg/L) =

Com obtens la concentració de la mostra problema (mg/L)?

Quina seria la concentració de la mostra problema expressada en mols/L?

5.7.3. Qüestions:

1. A partir de la concentració de fàrmac obtinguda en la mostra problema, calculeu la quantitat màxima de fàrmac continguda probablement en un vas de 250 mL d'aigua.

2. Compareu el resultat obtingut amb les dosis terapèutiques recomanades per a cada un dels fàrmacs, i també les seves possibles interaccions amb altres substàncies i/o patologies de l'individu (vegeu els annexos). Podria aquesta quantitat resultar letal?

Taules i figures

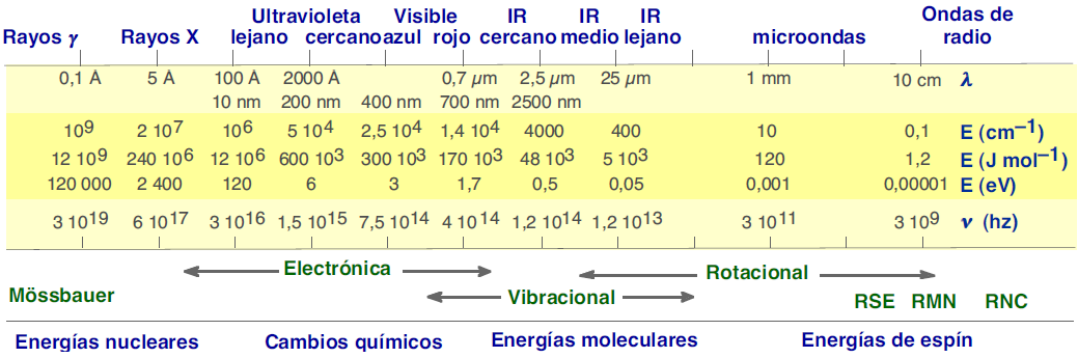


FIGURA 2.17. Características de la radiación

Figura adaptada de Determinación Estructural de Compuestos Inorgánicos. E de Jesús. Universidad de Alcalá (2003).

6. OBSERVACIÓ AL MICROSCOPI ÒPTIC

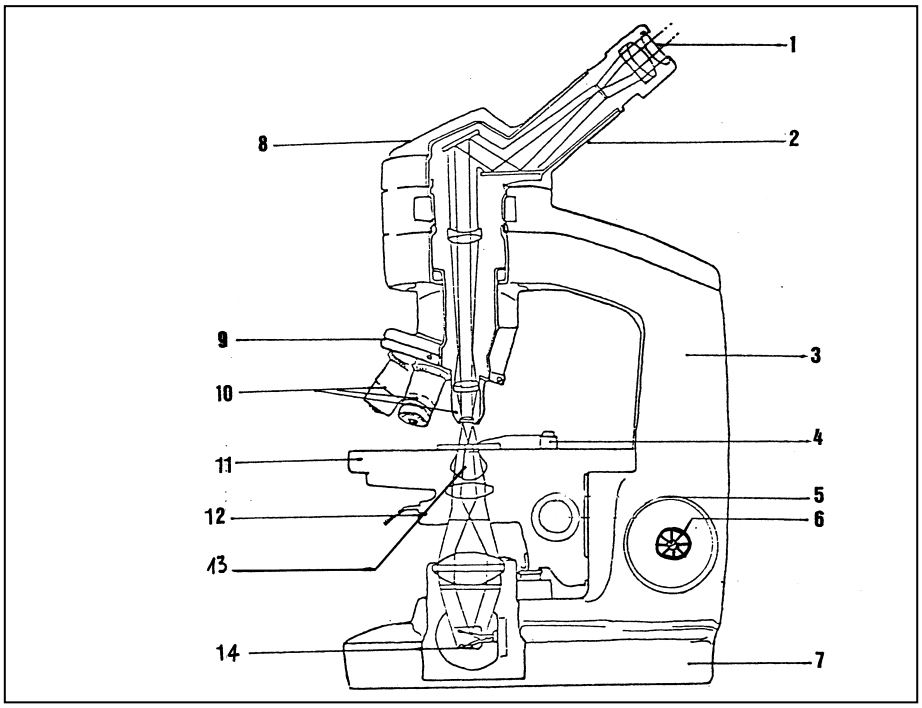
En aquesta sessió de pràctiques aprendrem a utilitzar de manera correcta el microscopi òptic observant les diferències principals que hi ha entre les cèl·lules eucariotes animals i vegetals, i també estudiant les característiques estructurals de les diferents especialitzacions que presenten els teixits animals. El desenvolupament de la pràctica està dividit en dos objectius: aconseguir un bon ús del microscopi òptic, aparell bàsic en l'estudi de la biologia cel·lular, i estudiar la distribució característica de les estructures cel·lulars i relacionar-les amb la funció del teixit que les conté.

6.1. INTRODUCCIÓ

6.1.1. MICROSCOPI ÒPTIC

6.1.1.1. PARTS

Abans d'utilitzar aquest aparell n'hem de conèixer totes les parts (Figura 2.18). Reviseu la informació que trobareu a l'apartat 6.1 de l'annex (informacions complementàries).



1. Ocular
2. Tub
3. Braç
4. Pinces de subjecció
5. Caragol macromètric
6. Caragol micromètric
7. Peu
8. Capçal
9. Revòlver d'objectius
10. Objectius
11. Platina
12. Subplatina
13. Diafragma + condensador
14. Làmpada

Figura 2.18. Parts d'un microscopi òptic

6.1.1.2. UTILITZACIÓ

Per tal de fer un bon ús del microscopi òptic i aconseguir-ne el màxim poder de resolució, cal seguir el procediment adequat d'observació de la mostra, conèixer el funcionament de l'aparell i seguir les recomanacions d'utilització.

Observació de la mostra

1) Col·loqueu el microscopi de manera que l'observador treballi amb comoditat (no massa a prop del caire de la taula ni massa lluny). No arrossegueu el microscopi per sobre la taula, es transporta en posició vertical agafant-lo pel braç.

2) Endolleu-lo al corrent elèctric.

3) Connecteu l'interruptor i/o potenciòmetre.

4) Col·loqueu el portaobjectes sobre la platina, agafat amb les pinces.

5) Ajusteu els oculars a la distància interpupil·lar de l'observador, modificant la separació entre els dos tubs oculars fins que tot el camp visual sigui visible simultàniament amb els dos oculars.

6) Enfoqueu provisionalment la mostra amb l'objectiu de menys augment i usant el caragol macromètric.

7) Ajusteu el diafragma (depèn del gruix de la preparació i dels augments de l'objectiu).

8) Seleccioneu la zona d'estudi amb els comandaments de la platina. Heu de tenir en compte que veiem la imatge invertida i quan movem la preparació cap endavant, la imatge es mou cap enrere i a l'inrevés, i quan movem la preparació cap a la dreta, la imatge es mou cap a l'esquerra i a l'inrevés. Al començament confon una mica, però aviat hom s'hi acostuma.

9) Enfoqueu adequadament la mostra amb el caragol micromètric.

10) Canvieu a objectius de més augment girant el revòlver, i ajusteu l'enfocament amb el caragol micromètric.

Funcionament

Per aconseguir una bona observació cal que enfoqueu correctament l'objecte mitjançant el caragol macromètric, que permet allunyar o acostar la preparació de l'objectiu, i el caragol micromètric, que permet afinar l'enfocament. El diafragma permet graduar la quantitat de llum que es vol que arribi a l'objecte.

Per enfocar s'utilitza primer de tot l'objectiu de menys augment. Recordeu que, com més gran sigui la capacitat d'ampliació de l'objectiu, més petita serà la porció d'objecte visible; així, doncs, amb l'objectiu de menys augment observeu tot l'objecte a la recerca de zones interessants. Quan en vegeu una, canvieu l'objectiu

per un altre que augmenti més la grandària de la imatge i observeu-ho detalladament.

Fixeu-vos que la imatge que veieu és invertida; així, quan moveu la preparació cap endavant, la imatge es mou cap enrere, i a l'inrevés; també, quan moveu la preparació cap a la dreta, la imatge es mou cap a l'esquerra, i a l'inrevés. Al començament, això confon una mica, però aviat hom s'hi acostuma.

Si voleu utilitzar els objectius de gran augment, fixeu-vos que funcionen molt a prop de la preparació, a 1 o 2 mm de distància; per tant, haureu de tenir cura que no es trenqui el vidre en enfocar. Cal que acosteu primer l'objectiu a la preparació, tot mirant directament des d'un costat, i l'allunyeu després, mirant per l'ocular, fins a aconseguir un bon enfocament.

Endreça

- Col·loqueu l'objectiu de menys augment en posició, així us assegureu que cap de les lents dels objectius pugui xocar contra la platina i malmetre's, i assegureu-vos que es troba a baix de tot.

- Desendolleu l'aparell.

- Eviteu que la pols cobreixi el microscopi; tapeu-lo amb la funda corresponent.

Recomanacions d'ús

- Conserveu sempre netes les lents netejant-les amb un paper especial per a lents i, si és necessari, amb una mica d'alcohol: cloroform *(demaneu-lo al professor)*.

- Eviteu els moviments excessivament ràpids dels caragols d'enfocament, ja que forçant-los podria trencar-se el mecanisme intern.

- Tracteu el microscopi amb cura i respecte.

6.1.2. LA CÈL·LULA

6.1.2.1. DEFINICIÓ

Les cèl·lules són les unitats vives més petites que formen els organismes (UNITAT BÀSICA ESTRUCTURAL: estructura bàsica dels organismes).

Què vol dir que té vida? Diem que un organisme/cos/unitat és viu quan és capaç de metabolitzar i autoperpetuar-se [metabolitzar: s'és capaç de sintetitzar (constituir noves molècules a partir d'altres d'existents ja sia per reparar estructures danyades o per créixer) i de catabolitzar (destruir o trencar molècules amb la finalitat de formar un nou ésser viu); autoperpetuar-se: s'és capaç de replicar-se, és a dir, de multiplicar-se per créixer o regenerar estructures danyades o de reproduir-se (formar un nou ésser viu). Totes les cèl·lules es formen a partir d'altres cèl·lules (UNITAT BÀSICA DE REPRODUCCIÓ). Un cos que no té vida, hagi estat o no un organisme, no és capaç de metabolitzar ni d'autoperpetuar-se.].

6.1.2.2. TIPUS

Distingim entre dos tipus de cèl·lules:

- Les cèl·lules procariotes
- Les cèl·lules eucariotes

De vegades l'etimologia dels noms ens ajuda a recordar el perquè d'algunes denominacions. *Eu* ve del grec i vol dir 'vertader', *pro* vol dir 'semblant a' i *carion* vol dir 'nucli'. Així, en una primera aproximació, una cèl·lula eucariota (Figura 2.20) és aquella que té nucli i una cèl·lula procariota (Figura 2.19) és aquella que té una estructura "semblant" a un nucli.

Òbviament entre aquests dos tipus de cèl·lules hi ha moltes més diferències:

1. Quant al nucli, a la cèl·lula eucariota aquest està separat del citoplasma mitjançant una membrana o embolcall nuclear i a l'interior, el DNA està associat a histones. En canvi, la cèl·lula procariota no té un nucli vertader separat del citoplasma per una membrana, sinó que el material genètic, format per una doble cadena de DNA no associat a histones, està dispers per la zona central del citoplasma, on el grau d'estructuració és molt baix i conté pocs orgànuls.

2. De mida (cèl·lula eucariota, 10-100 μm; cèl·lula procariota, 1-5 μm).

3. D'estructura (el citoplasma de la cèl·lula eucariota està format per nombrosos orgànuls i sistemes membranosos que estableixen un alt grau de complexitat i organització).

4. De metabolisme (la cèl·lula eucariota té un metabolisme que depèn del O_2, és a dir, és aeròbic, mentre que hi ha cèl·lules procariotes que poden viure sense O_2, és a dir, que poden viure amb un metabolisme anaeròbic).

(Exemples: cèl·lules procariotes com els bacteris; cèl·lules eucariotes com les que formen el cos de tots els animals i els vegetals).

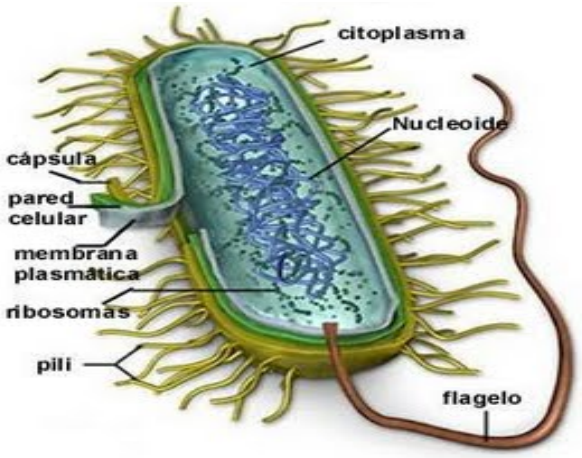


Figura 2.19. Estructura de la cèl·lula procariota
(http://celulabhill.galeon.com/enlaces1218266.html)

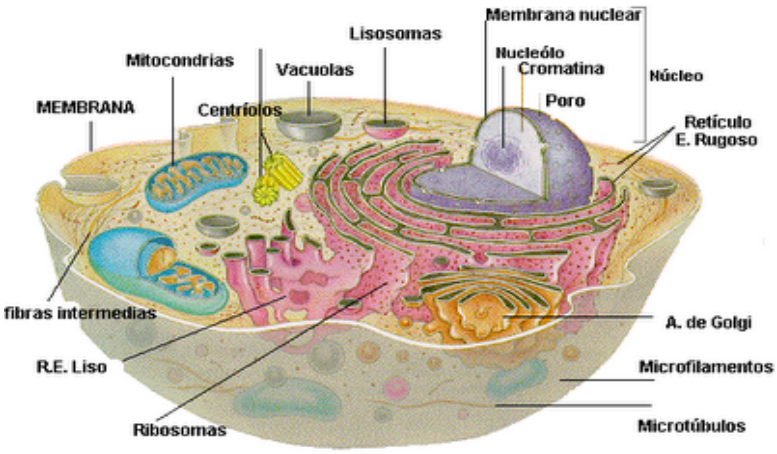


Figura 2.20. Estructura de la cèl·lula eucariota
(http://www.biologia.edu.ar/cel_euca/celula1.htm)

Hi ha dos tipus de cèl·lules eucariotes: les cèl·lules vegetals (Figura 2.21) i les animals (Figura 2.22). Les diferències fonamentals entre les cèl·lules animals i vegetals són les següents:

- Les cèl·lules vegetals estan envoltades d'una paret de cel·lulosa. Heu de pensar que el cos d'un animal té un sistema esquelètic que li dóna rigidesa (consistència); els vegetals no tenen esquelet i per mantenir la rigidesa i la forma de les cèl·lules es cobreixen d'una paret de cel·lulosa.
- Les cèl·lules vegetals tenen al citoplasma unes estructures anomenades *cloroplasts*, on s'acumula un pigment anomenat *clorofil·la* que és responsable de la fotosíntesi. La clorofil·la capta els fotons de la llum i transforma l'energia lluminosa en energia química (ATP), la qual permet als vegetals sintetitzar matèria orgànica (glucosa) a partir de matèria inorgànica, que necessiten per a les seves funcions de creixement, manteniment i reproducció. En els animals la matèria orgànica és ingerida directament del medi per l'organisme.
- Els vacúols estan més desenvolupats en les cèl·lules vegetals.
- Les cèl·lules animals presenten glicocàlix, un embolcall glicoproteic que actua com a protector davant enzims proteolítics, i també de receptor de molècules que indueixen respostes cel·lulars.
- Les cèl·lules vegetals presenten glioxisomes, unes vesícules amb contingut enzimàtic que duen a terme reaccions d'oxidació: degradació d'àcids grassos i eliminació de substàncies tòxiques oxidant-les.
- Les cèl·lules animals presenten centriols, que formen el centrosoma, una estructura necessària per a la divisió cel·lular.

Estructura de la cèl·lula eucariota vegetal

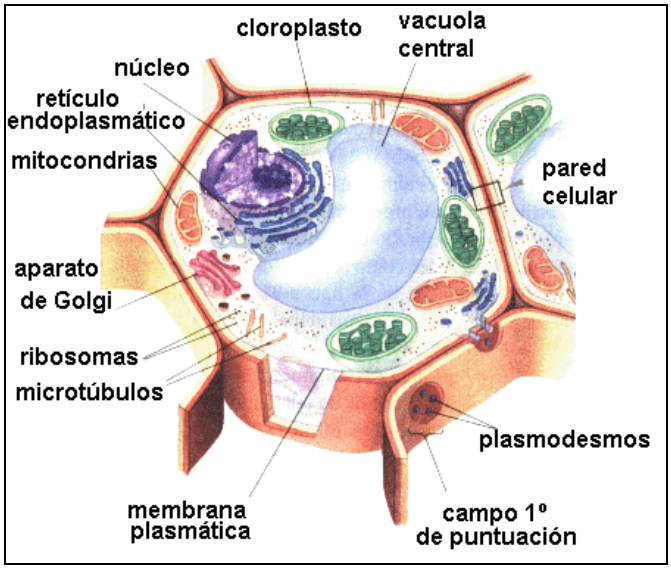


Figura 2.21. Estructura de la cèl·lula eucariota vegetal
(http://www.biologia.edu.ar/plantas/cell_vegetal.htm)

Estructura de la cèl·lula eucariota animal

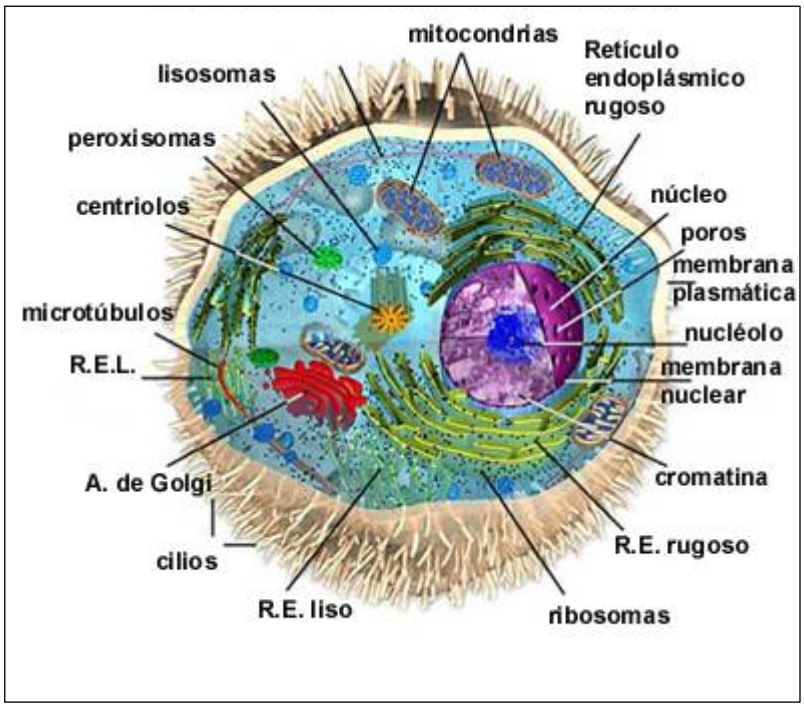


Figura 2.22. Estructura de la cèl·lula eucariota animal
(http://biologia.laguia2000.com/biologia/la-celula-animal)

Malgrat les diferències de mida i forma que hi ha entre els diferents tipus cel·lulars, totes les cèl·lules eucariotes, ja siguin vegetals o animals, mostren un patró estructural comú, és a dir, totes les cèl·lules eucariotes presenten dos compartiments ben definits: el nucli i el citoplasma. El nucli està separat del citoplasma per la membrana o embolcall nuclear, i el citoplasma està separat del medi extern de la cèl·lula per la membrana plasmàtica o plasmalemma.

6.1.3. TEIXITS ANIMALS

6.1.3.1. DIFERENCIACIÓ CEL·LULAR

Els organismes pluricel·lulars estan constituïts per una gran varietat de cèl·lules diferents. Les cèl·lules s'especialitzen (es diferencien) d'acord amb la funció que han de fer, i això comporta diferències en la seva forma, estructura interna i funcions. La diferenciació es produeix en un cert moment del desenvolupament embrionari, en el qual les cèl·lules perden la capacitat de viure de manera independent, canvien estructuralment i comencen a fer una funció específica.

Per poder dur a terme millor les seves funcions, les cèl·lules d'un mateix tipus s'agrupen per formar teixits; aquestes agrupacions de cèl·lules es fan per obtenir en cada lloc del cos l'especialització funcional que es requereix (Figura 2.23). Així, parlem del teixit nerviós, el teixit muscular...

Els diversos teixits s'agrupen de manera diferent per formar òrgans, és a dir, estructures dissenyades per fer una funció (cor per bombejar la sang...).

Finalment, els òrgans s'encadenen un amb l'altre per formar aparells o sistemes, és a dir, estructures de tipus superior encarregades de desenvolupar una funció vital (aparell respiratori per respirar...). És important tenir clar la diferència entre aparell i sistema. Un aparell és un conjunt d'òrgans localitzat en una part del cos (per exemple, l'aparell urinari a la cavitat abdominal) i un sistema és un conjunt d'òrgans distribuïts per tot el còs (per exemple, el sistema circulatori).]

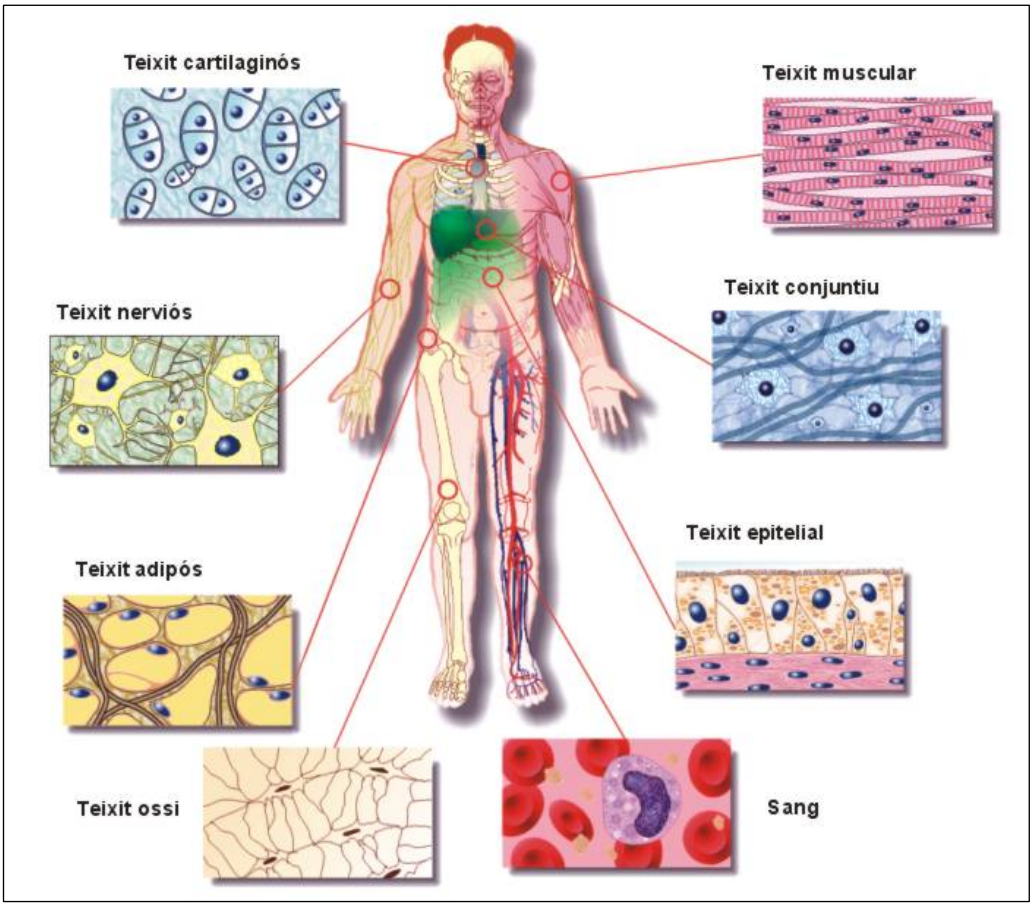


Figura 2.23. Estructura i localització dels diferents tipus de teixit del cos humà (http://blocs.xtec.cat/espaideciencies/)

6.2. OBJECTIUS

L'objectiu de la pràctica és familiaritzar-se amb la utilització del microscopi òptic com a eina bàsica d'observació de l'estructura cel·lular i saber utilitzar-lo correctament, i també estudiar l'estructura de les cèl·lules que componen els teixits animals i vegetals. Concretament es treballarà:

- l'observació de les estructures pròpies de la cèl·lula vegetal,
- l'observació de les estructures pròpies de la cèl·lula animal i
- la identificació de diferents tipologies o especialitzacions de teixits animals o fragments d'òrgans.

6.3. MATERIAL

Aparells	Material	Reactius
Microscopi òptic de camp clar	Teixit vegetal (*Elodea densa*) Teixit animal: frotis de l'epiteli bucal Pipeta Pasteur Agulla emmanegada Paper de filtre Escuradents Portaobjectes Cobreobjectes Preparacions histològiques de diferents teixits o òrgans animals: fetge, pulmó, ronyó, cor, melsa, esòfag i testicle	Aigua destil·lada Blau de metilè

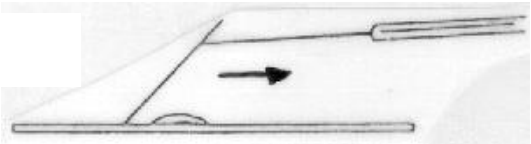
6.4. PROCEDIMENT EXPERIMENTAL

6.4.1. OBSERVACIÓ DE LA CÈL·LULA VEGETAL

1. Poseu una gota d'aigua al centre d'un portaobjectes ben net.

2. Dipositeu un petit fragment de la fulla damunt la gota d'aigua que heu posat prèviament al portaobjectes.

3. Col·loqueu un cobreobjectes sobre la preparació (muntatge de la preparació), tal com s'indica en el dibuix, procurant evitar la formació de bombolles d'aire.
(Si hi ha massa aigua la podeu eliminar amb un trosset de paper de filtre.)



4. Observeu-la al microscopi òptic i feu un dibuix per a cadascun dels diferents augments (4*x*, 10*x* i 40*x*). Anoteu al costat de cada dibuix l'augment en què heu fet l'observació.

6.4.2. OBSERVACIÓ DE LA CÈL·LULA ANIMAL

1. Rasqueu suaument amb un escuradents la paret interna de la galta (amb cura de no provocar cap lesió).

2. Dipositeu sobre un portaobjectes ben net el líquid que queda sobre l'escuradents i deixeu-lo assecar a l'aire.

3. Poseu unes gotes de blau de metilè sobre l'extensió, i deixeu-ho actuar durant 2 minuts.

4. Renteu l'excés de colorant afegint aigua destil·lada amb un comptagotes des d'un extrem del portaobjectes amb cura de no emportar-vos la mostra.

5. Munteu la preparació, procurant que no quedin bombolles d'aire entre el portaobjectes i el cobreobjectes.

6. Observeu-ho al microscopi òptic i feu un dibuix per a cadascun dels diferents augments (4*x*, 10*x* i 40*x*). Anoteu al costat de cada dibuix l'augment en què heu fet l'observació.

6.4.3. OBSERVACIÓ DE FRAGMENTS DE TEIXITS O ÒRGANS

1. Observeu els diferents teixits o òrgans de la col·lecció (caixes guardapreparacions): **fetge, pulmó, ronyó, cor, melsa, esòfag i testicle**.

2. Fixeu-vos en les característiques pròpies de cadascun (tipologia i forma de les cèl·lules, estructura dels nuclis, característiques de la matriu extracel·lular, possible organització en capes, etc.).

3. Feu un dibuix de les principals característiques observades per a cada teixit o òrgan. Anoteu-hi l'augment corresponent (4*x*, 10*x* i 40*x*).

4. Observeu <u>la mostra de teixit o òrgan problema</u> i feu un dibuix del que veieu (anoteu els augments en què feu l'observació: 4*x*, 10*x* i 40*x*). Fixeu-vos en les estructures característiques que conté i com es distribueixen. Identifiqueu i anoteu les parts que s'hi observen.

6.5. ESQUEMA DEL PROCÉS EXPERIMENTAL

6.6. ANOTACIONS

6.7. RECULL I TRACTAMENT DE DADES

PRÀCTICA: CAS 2

OBSERVACIÓ AL MICROSCOPI ÒPTIC

6.7.1. OBSERVACIÓ DE LA CÈL·LULA VEGETAL:

1. Feu un dibuix del que observeu per a cadascun dels augments del microscopi (4*x*, 10*x* i 40*x*). Anoteu-hi l'augment corresponent.

2. Quines estructures i orgànuls cel·lulars s'observen?

3. Quina forma i disposició tenen les cèl·lules? Quina estructura és responsable de la forma regular que tenen?

4. Quina forma tenen els cloroplasts? Quants n'hi ha per cèl·lula? Presenten algun tipus de moviment? (*Observeu-ho detingudament.*)

6.7.2. Observació de la cèl·lula animal:

1. Feu un dibuix del que observeu per a cadascun dels augments del microscopi (4*x*, 10*x* i 40*x*). Anoteu-hi l'augment corresponent.

2. Quines estructures i orgànuls cel·lulars s'observen?

3. Quina forma i disposició tenen les cèl·lules?

4. Observeu alguna característica especial?

6.7.3. Observació de fragments de teixits o òrgans:

1. Dibuixeu les principals característiques observades per a cada teixit o òrgan (anoteu-hi l'augment corresponent: 4*x*, 10*x* i 40*x*).

FETGE:

PULMÓ:

RONYÓ:

COR:

MELSA:

ESÒFAG:

TESTICLE:

2. Ompliu la taula següent segons les vostres observacions:

	Tipologia cèl·lules	Disposició cèl·lules	Estructura nuclis	Estructura matriu extracel·lular	Organització teixits
FETGE					
PULMÓ					
COR					
RONYÓ					
MELSA					
ESÒFAG					
TESTICLE					

3. Dibuixeu la mostra de teixit o òrgan problema (anoteu-hi l'augment corresponent: 4*x*, 10*x* i 40*x*). Identifiqueu-hi les parts que s'hi observen.

4. Identifiqueu histològicament la vostra mostra.

Fetge: ☐ Ronyó: ☐ Testicle: ☐

Pulmó: ☐ Melsa: ☐

Cor: ☐ Esòfag: ☐

6.8. ANNEX

6.8.1. MICROSCOPI ÒPTIC

Figura 2.24. Objectius d'un microscopi

(http://es.paperblog.com/partes-del-microscopio-optico-y-su-funcion-704745/)

(http://lacelula.udl.es/aprendre/casos/biocell/micro/microcentr.htm)

El **microscopi òptic** convencional està constituït per dues lents convergents (ocular i objectiu), les quals estan disposades de tal manera que generen una imatge molt amplificada i virtual. L'augment d'un objectiu és la relació que hi ha entre el que mesura la imatge generada per l'objectiu i la mesura real de l'objecte (Figura 2.25). Tots els objectius porten especificada aquesta característica i els més comuns són els objectius de 4*x*,10*x*, 40*x*, i 100*x*. Addicionalment la majoria d'objectius porten dibuixada una línia de color.

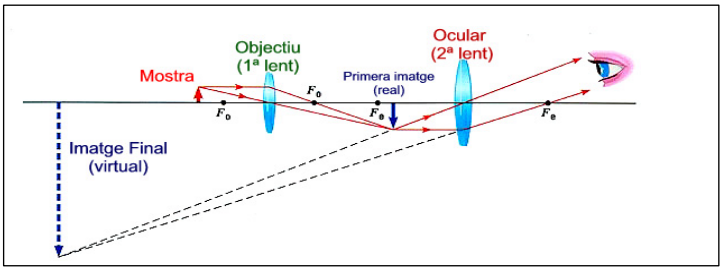


Figura 2.25. Esquema de la projecció de la imatge en un microscopi òptic.
(http://lacelula.udl.es/aprendre/casos/biocell/micro/microcentr.htm)

La **obertura numèrica** (NO) la podríem definir com el nombre de raigs que es troben per formar una imatge, i es pot determinar segons l'expressió:

NO = n·sin?

n= índex de refracció del medi
?= 2/1 de l'obertura del con de raigs que arriben a l'objectiu

El **poder de resolució** (PR) és la capacitat que té un objectiu per definir dos punts molt pròxims com a dues imatges separades. La **resolució** (R), que seria la distància entre aquests dos punts, és donada per la següent equació:

R = 0,61 ?/n sin □

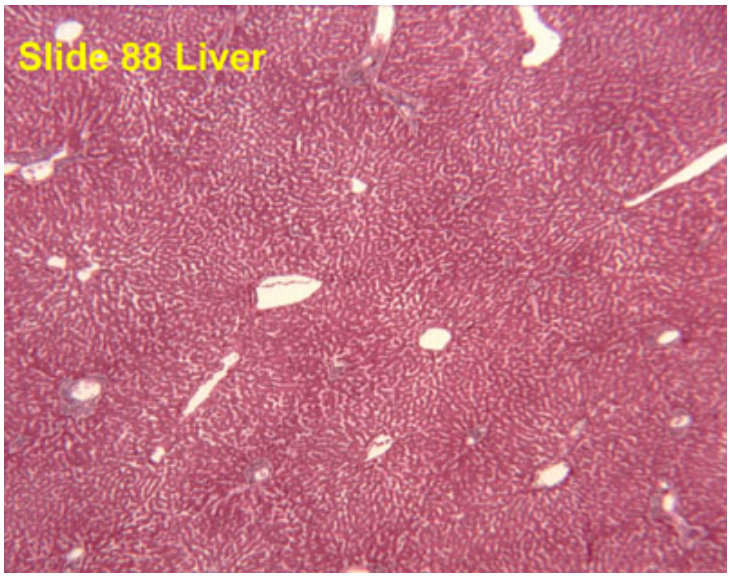
on □ és la longitud d'ona.

Les mesures de longitud utilitzades en microscòpia i les equivalències entre aquestes unitats són:

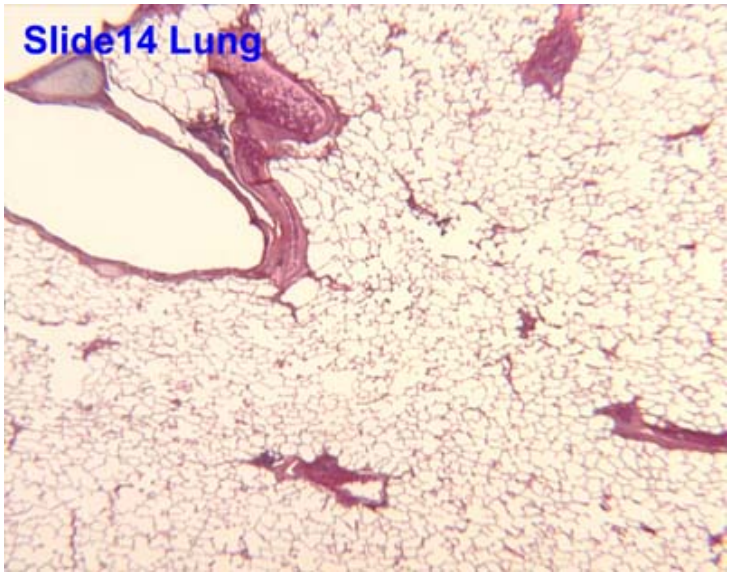
1 micròmetre = 1 μm = 10^{-3} mm
1 nanòmetre = 1 nm = 10^{-6} mm
1 àngstrom = 1° = 10^{-7} mm

1 μm = 10^{3} nm = 10^{4} A
1 A = 10^{-1} nm = 10^{-4} μm

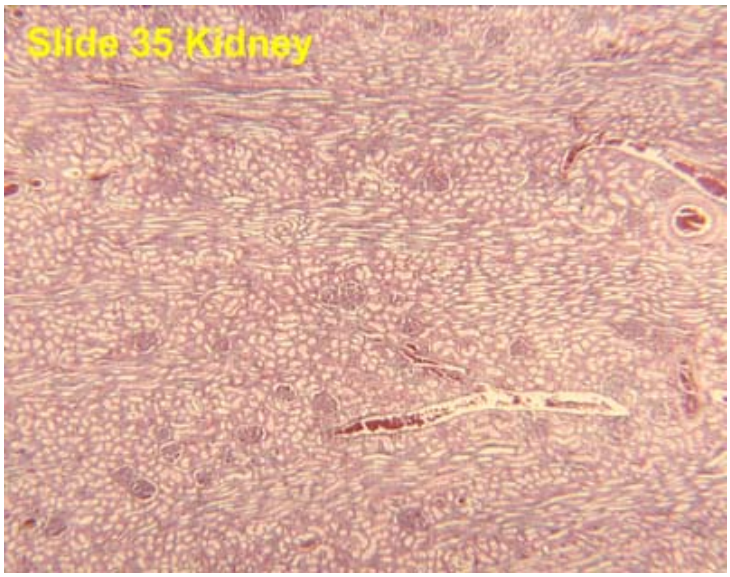
6.8.2. Imatges de teixits animals



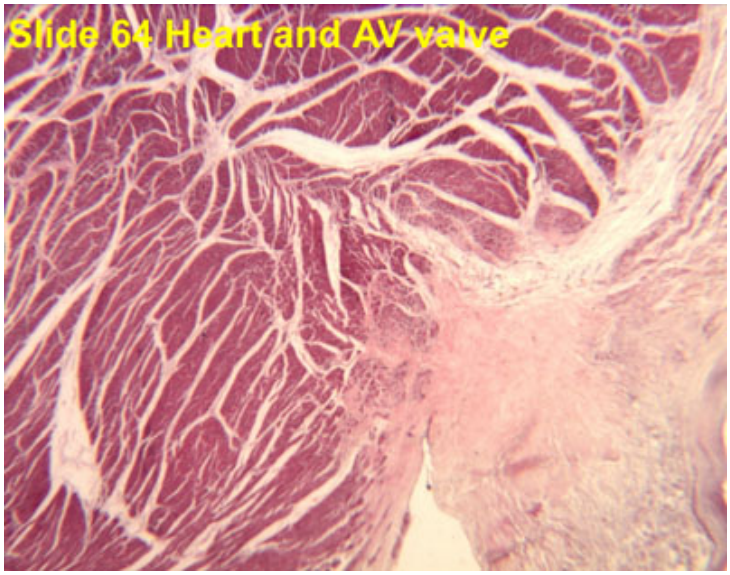
Fetge. Tinció H-E (100*x*)
Font: *Interactive Histology Atlas*.
The University of Oklahoma.
http://www.ouhsc.edu/histology/Index.html



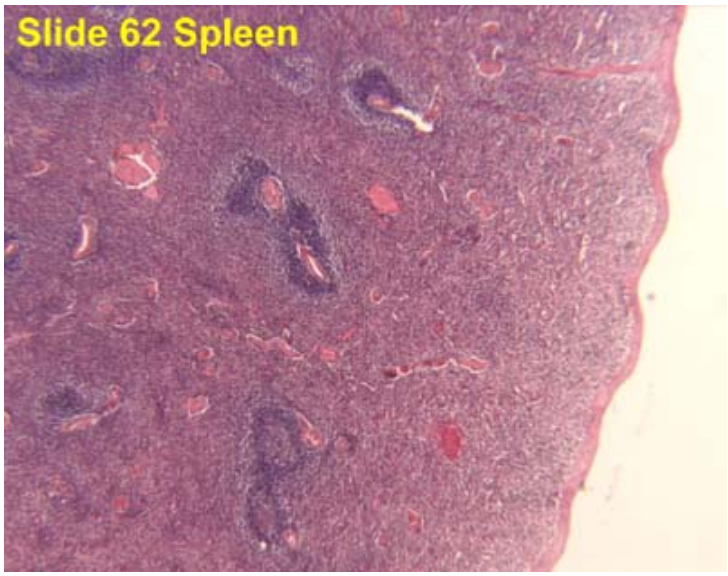
Pulmó. Tinció H-E (100*x*)
Font: *Interactive Histology Atlas*.
The University of Oklahoma.
http://www.ouhsc.edu/histology/Index.html



Ronyó. Tinció H-E (100*x*)
Font: *Interactive Histology Atlas*. The University of Oklahoma. http://www.ouhsc.edu/histology/Index.html

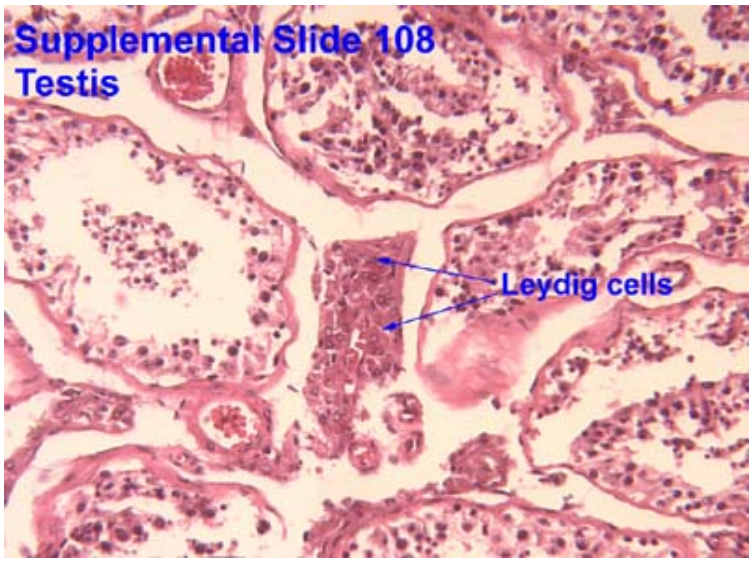


Teixit muscular cardíac. Tinció H-E (400*x*)
Font: *Interactive Histology Atlas*. The University of Oklahoma. http://www.ouhsc.edu/histology/Index.html



Melsa. Tinció H-E (100*x*)
Font: *Interactive Histology Atlas*. The University of Oklahoma. http://www.ouhsc.edu/histology/Index.html

Esòfag. Tinció H-E (100*x*)
Font: *Interactive Histology Atlas*. The University of Oklahoma. http://www.ouhsc.edu/histology/Index.html



Testicle. Tinció H-E (400*x*)
Font: *Interactive Histology Atlas*. The University of Oklahoma. http://www.ouhsc.edu/histology/Index.html

7. ANÀLISIS FÍSIQUES

En aquesta sessió pràctica s'identificaran dues de les mostres del cas mitjançant proves físiques. L'apartat 7.1 està centrat en la prova de lents per tal de determinar-ne el tipus i la potència, mentre que l'apartat 7.2 es basa en la identificació de l'índex de refracció com a metodologia per determinar líquids.

7.1. POTÈNCIA DE LENTS PRIMES

7.1.1. INTRODUCCIÓ

En aquesta pràctica entendrem el perquè de la geometria i l'ús de diferents lents primes. Aprendrem a fer mesures directes de distàncies i a enfocar i desenfocar la imatge. Visualitzarem les imatges reals i entendrem quines són les imatges virtuals. Analitzarem com es formen les imatges un cop surten de la lent. Finalment, determinarem la distància focal i la potència de lents primes convergents i divergents. Entendrem què vol dir miopia i què vol dir hipermetropia. En aquesta pràctica s'utilitzarà vidre. Hem de ser curosos amb el material delicat. Abans de començar la pràctica, cal que identifiquem tots els materials que utilitzarem.

7.1.2. MATERIAL

Banc òptic
Làmpada de llum blanca
Lent convergent
Diafragma
Lent divergent
Pantalla
Lent problema

7.1.3. FONAMENT TEÒRIC

Una lent és un sistema òptic (medi transparent) limitat per dues o més superfícies corbes refringents. Un feix de llum incideix a la lent i pateix dues o més refraccions quan la travessa. Les lents soles o bé combinades entre elles s'utilitzen generalment per formar imatges per refracció als instruments òptics, com càmeres de fotos, telescopis, microscopis, etc.

Una lent s'anomena ***lent prima*** quan el seu gruix és suficientment petit (comparat amb el radi de curvatura de les superfícies limitants). D'aquesta manera, la desviació dels rajos que travessen la lent es dóna en un sol pla perpendicular al seu eix òptic (eix que travessa la lent pel centre i és perpendicular a ella mateixa).

Es distingeixen principalment, segons les seves propietats òptiques, dos tipus de lents més destacats (Figura 2.26 i 2.27): convergents i divergents.

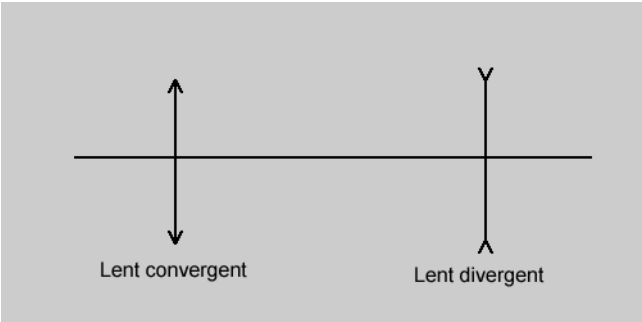


Figura 2.26. Tipus de lents

Geomètricament, les lents convergents són més gruixudes pel centre que pels extrems, mentre que les divergents són més primes pel centre que per l'extrem.

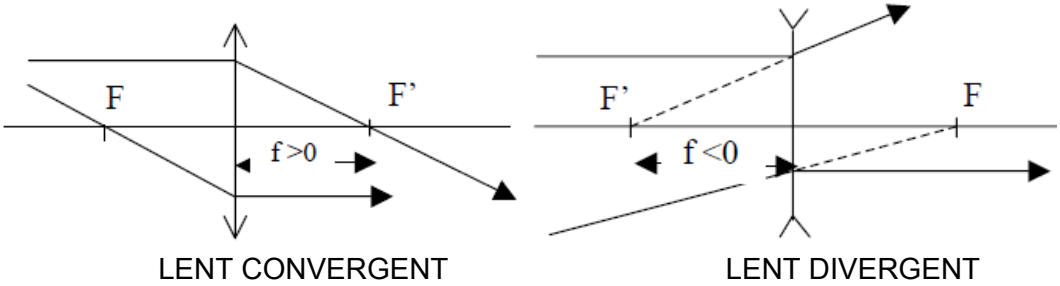


Figura 2.27. Lent convergent (esquerra) i lent divergent (dreta)

Els rajos lluminosos, quan travessen una lent convergent pel centre, s'acosten, convergeixen. Per contra, els rajos divergeixen quan travessen una lent divergent. Els rajos que passen pel centre d'aquestes lents no experimenten aquest procés, i surten aleshores sense patir cap desviació.

Les imatges que es formen poden ser reals o virtuals. Una imatge real és aquella que un cop ha passat a través de la lent es forma en realitat, és a dir, que si es col·loca una pantalla al punt adequat, sobre ella es forma la imatge de l'objecte. D'altra banda, una imatge virtual representa la posició des de la qual sembla que prové la llum quan ha passat la lent. Tanmateix, si posem la pantalla al punt d'on sembla que ve la llum, no es forma cap imatge.

Les imatges també poden ser més grans, iguals o més petites que la mida de l'objecte lluminós, i poden formar-se dretes o invertides respecte a la seva posició original.

Definició dels paràmetres i relacions d'interès:

- Distància entre l'objecte i la lent: *S*
- Distància entre la lent i la imatge: *S'*
- Distància focal de la lent: *f*. La focal d'una lent es defineix com la distància *S'* a la qual es forma la imatge, a través de la lent, d'un objecte que es troba a l'infinit ($S \rightarrow \infty$).

- En les lents divergents, per conveni es considera que la distància focal és negativa (vegeu les figures 2.28 i 2.29).

- **Llei de Descartes:**

La distància focal (*f*), la distància entre la lent i l'objecte (*S*) i entre la lent i la imatge (*S'*) estan relacionades amb la llei de Descartes, vàlida per a lents primes.

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{S} + \frac{1}{S'}$$

- Focus objecte (*F*): És el punt *F* de l'eix òptic situat a una distància *f* (focal de la lent) davant d'una lent convergent, de manera que els rajos lluminosos que provenen de *F* surten paral·lels a l'eix òptic un cop han travessat la lent. De la mateixa manera, quan un feix de rajos lluminosos estiguin dirigits cap a *F*, situat a una distància *f* darrere de la lent divergent, sortiran de la lent paral·lels a l'eix òptic de la lent (vegeu les figures 2.28 i 2.29).

- Focus imatge (*F'*): És el punt *F'* situat a una distància *f'* darrere d'una lent convergent on convergeix el feix de rajos que incideix sobre la lent paral·lelament a l'eix òptic. Si els rajos paral·lels a l'eix òptic incideixen sobre una lent divergent, el feix de rajos refractats semblarà procedir de *F'*, situat a una distància *f* davant de la lent divergent (vegeu les figures 2.28 i 2.29).

- Potència d'una lent (*P*): És la inversa de la distància focal (expressada en metres). Aleshores, les unitats de *P* s'anomenen *diòptries*. Les lents convergents tenen potències positives i les divergents tenen potències negatives.

$$P = \frac{1}{f'}$$

- Augment lateral d'una lent (*A*): És el quocient entre l'altura de la imatge i la de l'objecte. El signe d'aquest quocient ens indica si la imatge és invertida o no.

$$A = \frac{S'}{S}$$

7.1.4. REALITZACIÓ PRÀCTICA

Es determinaran la **distància focal** i la **potència** d'una lent convergent i d'una lent divergent.

A. Determinació de la distància focal d'una lent convergent mitjançant el mètode de Gauss

Es tracta de determinar la distància focal *f* d'una lent convergent, utilitzant la imatge directa que forma aquesta lent d'un determinat objecte.

Davant de la lent convergent situarem un objecte a una distància *S* **més gran que la focal de la lent** (vegeu la nota). L'objecte en aquest cas serà una diapositiva il·luminada per un projector. El projector té un vidre esmerilat que proporciona una il·luminació uniforme de l'objecte. Haurem de moure la pantalla (*P*) a fi d'obtenir una imatge nítida de l'objecte.

La imatge formada és dreta o invertida?, és més gran o més petita que l'objecte? Mesureu *S*, *S'* per a 7 posicions de l'objecte diferents en el banc. Mesureu en cada cas la imatge formada en el punt *S'* (Figura 2.28). Determineu el valor de *f* mitjançant la mitjana dels valors calculats de *f* per a cada cas *S*, *S'*. Determineu els augments corresponents a la lent convergent.

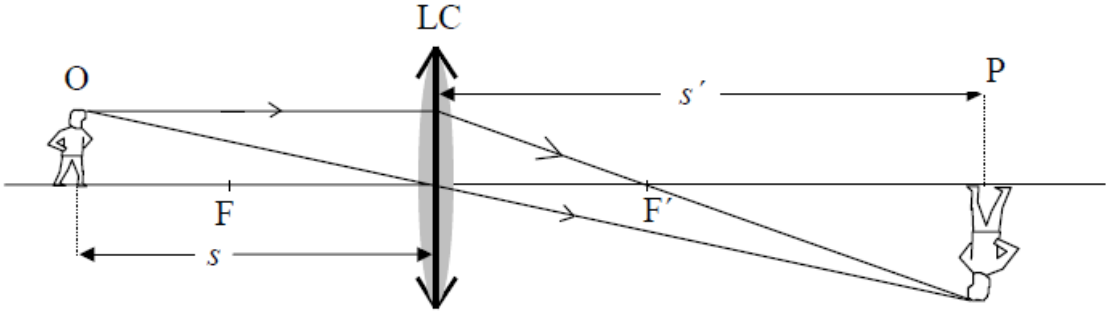


Figura 2.28. Esquema de formació d'una imatge per una lent convergent

En un full de paper mil·limetrat representeu els valors *S* × *S'* a l'eix d'ordenades i *S'* + *S* a l'eix d'abscisses per als parells de valors (*S, S'*). El pendent de la recta serà la focal de la lent.

Nota: La focal de la lent està indicada a la lent.

B. Determinació de la distància focal i de la potència d'una lent divergent

Una lent divergent no pot formar la imatge d'un objecte en una pantalla, ja que els feixos no convergeixen en un punt. Per això, per poder-ne determinar la focal i potència necessitarem afegir una lent convergent, tal com se'ns indica a la Figura 2.29.
Farem passar la llum que prové d'un determinat objecte per un diafragma. Amb aquest muntatge aconseguirem un feix de rajos de la mida de la lent convergent (*d*). Un cop aquests rajos hagin travessat la lent divergent, es projectaran sobre la pantalla amb un diàmetre *d'*.

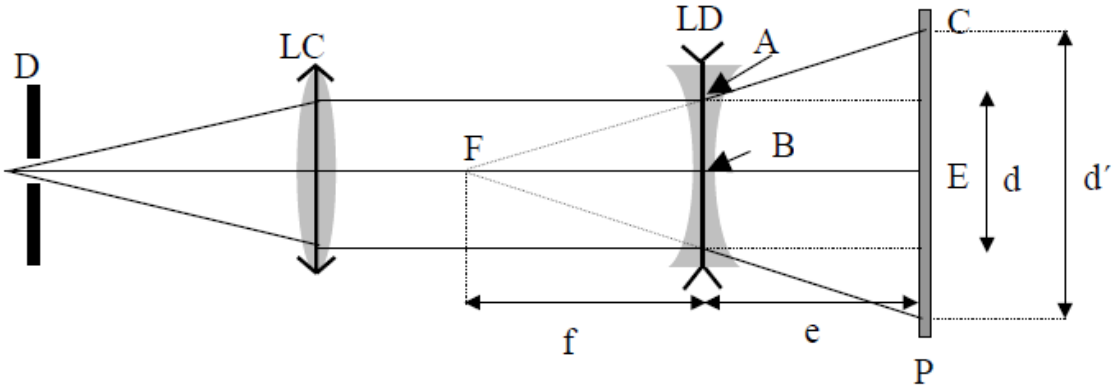


Figura 2.29. Esquema de formació d'una imatge per una lent divergent

Per semblança de triangles (*FAB* i *FCE*) deduïm:

$$f = \frac{e \times d}{d' - d}$$

A la pràctica observareu que el diàmetre del cercle que s'obté sense la lent divergent és més gran que el diàmetre de la lent. Això és degut al fet que la font de llum no és puntual. Per tal de reduir la dispersió dels rajos s'aconsella posar la pantalla al més a prop possible de la lent divergent.

A continuació, situeu la lent divergent entre la lent convergent i la pantalla, i desplaceu-la fins que el cercle lluminós coincideixi amb $d' = 2d$. En aquesta situació, la distància entre la pantalla i la lent divergent serà igual a la distància focal $f = e$.

Repetiu l'experiència unes 5 vegades per a posicions diferents de la pantalla. Determineu la focal a partir de la mitjana de les mesures efectuades. També podeu representar en un gràfic $e \times d$ a l'eix de les ordenades i $d' - d$ a l'eix de les abscisses. El pendent de la recta és la focal de la lent.

C. Caracterització d'una lent problema

Se'ns donarà una lent problema. Farem les proves que hem fet amb les lents anteriors per tal de poder determinar de quin tipus és, si és convergent (corresponent a un cas de problema d'hipermetropia) o divergent (corresponent a un cas de miopia). Determinarem la potència de la lent.

7.1.5. ESQUEMA DEL PROCÉS EXPERIMENTAL

7.1.6. ANOTACIONS

7.1.7. RECULL I TRACTAMENT DE DADES

PRÀCTICA: CAS 2

POTÈNCIA DE LENTS PRIMES

A. Determinació de la distància focal d'una lent convergent de **prova**

- Anoteu la distància focal de la lent de prova i les seves unitats.

- *La imatge formada amb la lent convergent és dreta o invertida?*

- *La imatge és més gran o més petita que l'objecte?*

- Ompliu la taula següent amb els valors que hàgiu obtingut en l'experiment.

NOTA: Preneu valors més grans que la distància focal.

	1	2	3	4	5	6	7
S							
S'							
A							
f_{calc}							

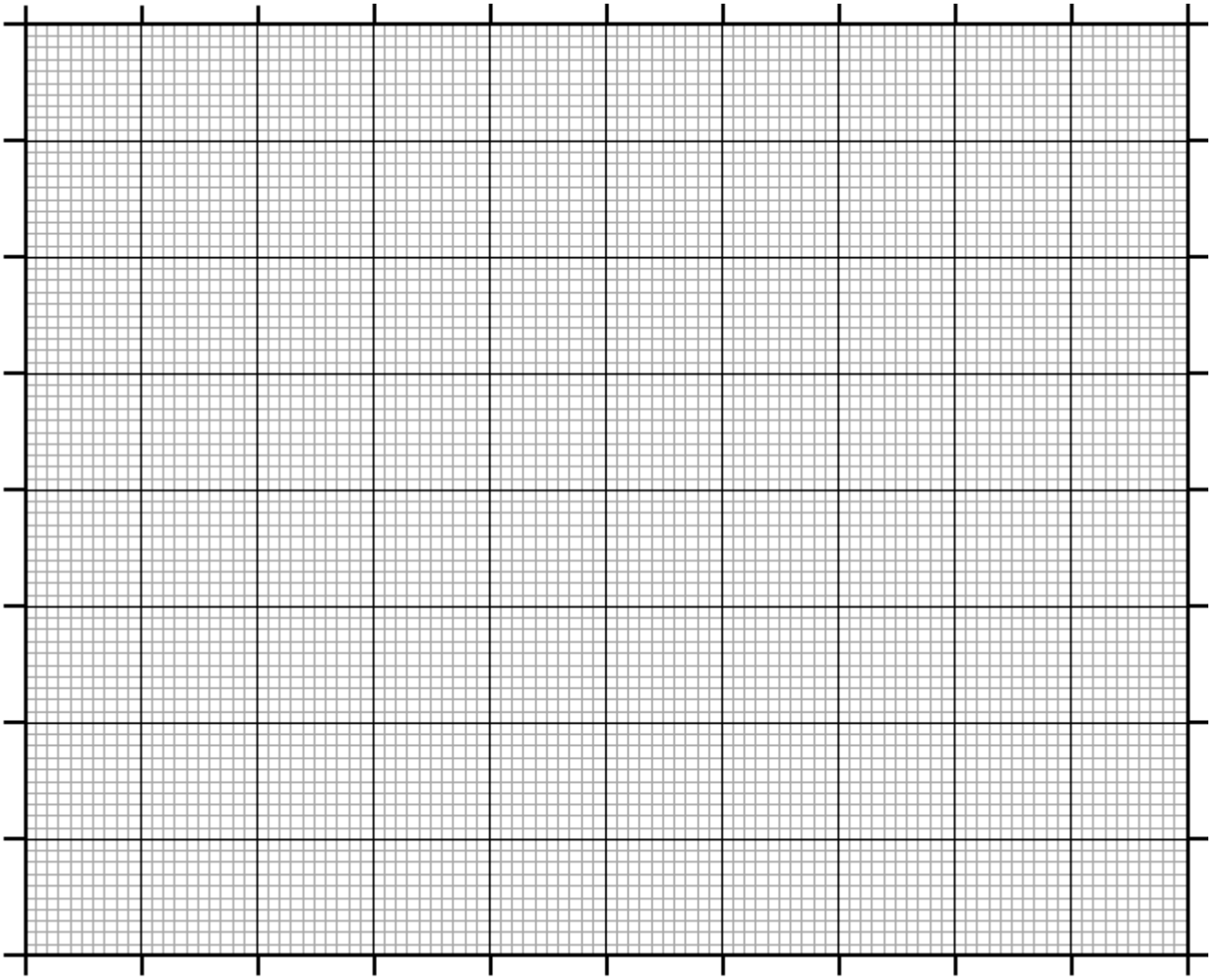
A partir de les dades de f_{calc} determineu el valor mitjà de *f*, la potència de la lent i l'error relatiu de *f* segons:

$$E_{relatiu} = \frac{\left| f_{teòrica} - f_{experimental} \right|}{f_{teòrica}} \times 100$$

- Ompliu els valors de la taula.

$S \times S'$							
$S + S'$							

Representeu $S \times S'$ a l'eix d'ordenades i $S + S'$ a l'eix d'abscisses. Trobeu el pendent de la recta.



- *El pendent haurà de ser la focal. Quan us dóna? Avalueu l'error comès.*

- *Obteniu el valor esperat? Per què?*

B. Determinació de la distància focal d'una lent divergent

$e \times d$							
$d' - d$							
f							

a. A partir de les dades de f calculada determineu el valor mitjà de f i calculeu l'error relatiu.

- Trobeu la focal de la lent a partir de la regressió lineal ($y = e \times d$, $x = d' - d$ i pendent = f) i avalueu l'error comès.

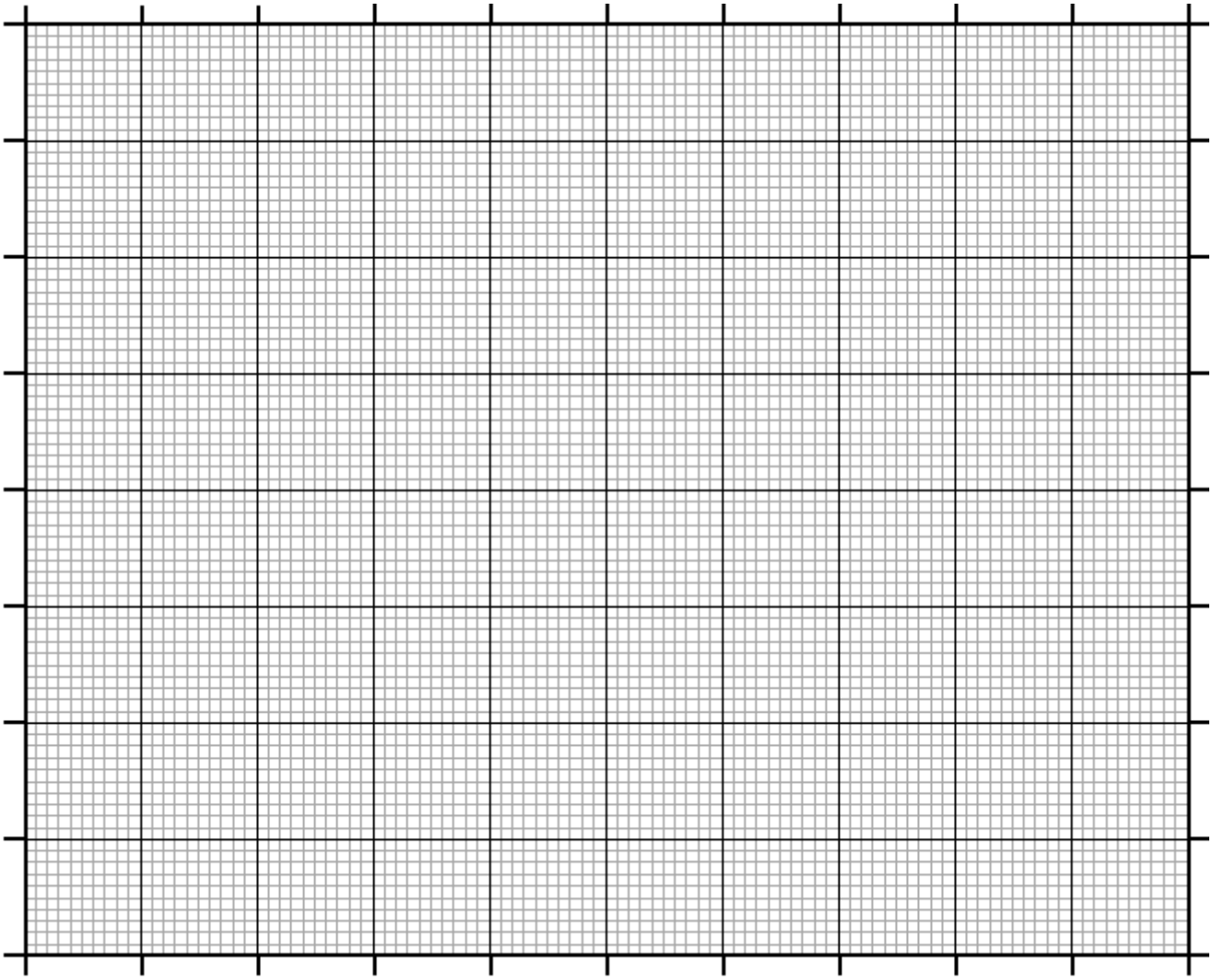
- *La imatge formada amb la lent divergent és dreta o invertida?*

C. Determinació del tipus de **lent problema**

- Digueu quines proves penseu fer per determinar de quin tipus de lent es tracta.

- Expliqueu com ho feu per determinar la focal de la lent i la seva potència.

Nota: En cas de ser necessari, podeu emprar el paper mil·limetrat adjunt.



Annex 1. Problemes visuals

En un ull, el cristal·lí és l'òrgan encarregat d'enfocar els objectes a la retina, que fa de pantalla. Aleshores, impulsos nerviosos connectats a aquesta "pantalla" envien la informació al cervell, que processa i interpreta aquesta imatge. Quan sorgeixen problemes visuals, el cristal·lí no és capaç d'enfocar la imatge a la pantalla. Hi ha dues situacions principals per analitzar: la miopia i la hipermetropia.

Miopia. És un problema visual en el qual l'ull és incapaç d'enfocar els objectes que estan lluny, però sí que pot enfocar els que estan a prop. Aleshores, el cristal·lí enfoca la imatge en un punt situat davant de la retina, ja sigui perquè l'ull és més llarg del normal o per algun defecte del cristal·lí. Així, els objectes de lluny es veuen borrosos. La miopia es corregeix amb una lent divergent (Figura 2.30).

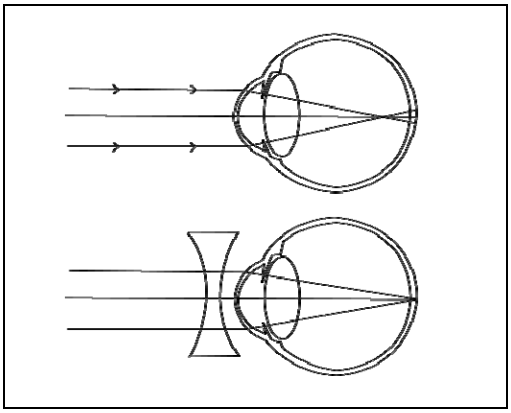


Figura 2.30. Correcció de falta de visió per miopia mitjançant una lent divergent. (http://ca.wikipedia.org/wiki/Miopia)

Hipermetropia. És un problema visual en el qual hi ha una bona visió de lluny, però l'ull no és capaç d'enfocar a la retina els objectes més propers. Aleshores el cristal·lí acaba enfocant la imatge en un punt posterior a la retina, ja sigui perquè l'ull és més curt del normal o bé per problemes al cristal·lí. Així, els objectes situats a prop es veuen borrosos. És per això que aquest problema el solen patir nens. A mesura que van creixent aquest problema es va reduint. La hipermetropia es corregeix amb una lent convergent (Figura 2.31).

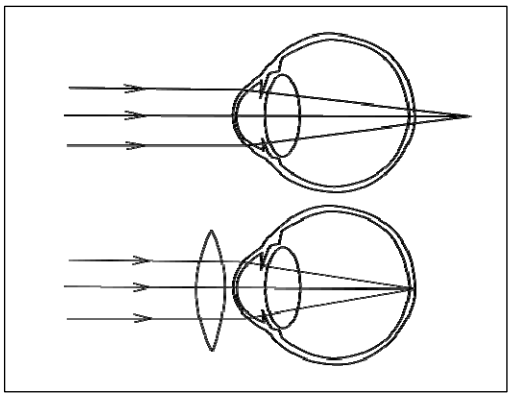


Figura 2.31. Correcció de falta de visió per hipermetropia mitjançant una lent convergent (http://ca.wikipedia.org/wiki/Hipermetropia)

7.2. ÍNDEX DE REFRACCIÓ

7.2.1. INTRODUCCIÓ

En aquesta pràctica aprendrem alguns dels principis d'òptica geomètrica i les seves aplicacions, i també aprendrem a treballar amb el material bàsic d'òptica. A més, aprendrem a treballar dins una campana de gasos. En aquesta pràctica s'utilitzarà vidre. **Hem de ser curosos amb el material delicat.** Abans de començar la pràctica cal que identifiquem tots els materials que utilitzarem.

7.2.2. MATERIAL

Cubetes amb diferents líquids (aigua, oli, cloroform, alcohol, oli d'immersió, etc.)
Disc graduat
Llum blanca
Lent de f = 150 mm i de 100 mm de diàmetre
Escletxa horitzontal

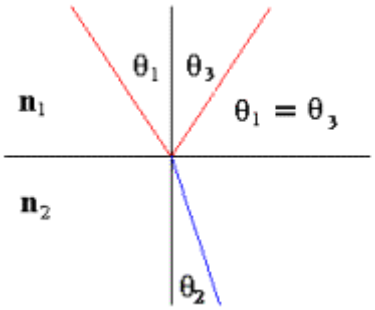
7.2.3. FONAMENT TEÒRIC

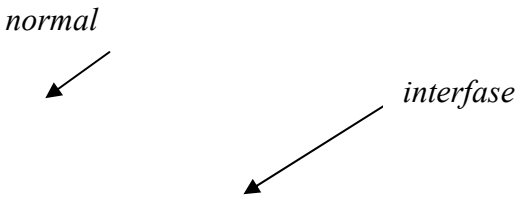
Refracció:

Quan un feix de rajos incideix normalment (formant un angle de 90º) sobre una superfície de separació entre dos medis transparents de diferents índexs de refracció, els rajos no es desvien. Tanmateix, no és pas així si la incidència no és normal. En aquest cas, la direcció del raig varia acostant-se a la normal si el medi en el qual incideix la llum té un índex de refracció superior (o, com a vegades també s'expressa, és "òpticament més dens"). Aleshores, si el raig incident que viatja en el medi 1 forma un angle d'incidència θ_1, el raig que sortirà pel medi 2 formarà un angle θ_2 seguint la llei de Snell:

$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$





Refracció total i angle límit:

Quan un raig que va per un medi d'un índex de refracció n_1 incideix sobre una superfície que separa aquest medi d'un altre d'índex de refracció menor, n_2, hi ha

sempre raigs refractats i reflectits, sempre que l'angle d'incidència sigui menor a un valor determinat que és conegut com *angle límit*. En aquesta situació, la reflexió i la refracció es donen simultàniament. Per a angles superiors a l'angle límit, el raig es reflectirà totalment, on l'angle del raig reflectit (θ_3) serà igual a l'angle incident (θ_1) (vegeu la figura anterior). Per al cas de l'angle límit, el raig refractat és tal que forma un angle de 90º amb la normal a la separació entre els dos medis, és a dir, que és paral·lel a la interfase entre els dos medis. En aquest cas, aplicant la llei de Snell, tenim que:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$
$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \times 1$$
$$\sin \theta_1 = n_2/n_1$$

7.2.4. PROCEDIMENT EXPERIMENTAL

1. Disposem d'una font de llum LÀSER. Davant del raig làser, veureu una lent cilíndrica que fa que el raig de llum, que entra al cilindre inicialment horitzontal, surti vertical. Aquest fet el podeu veure a la pantalla blanca situada davant del muntatge.

2. Seguidament, trobem una plataforma d'inclinació suau sobre la qual "descansa" un disc graduat amb el qual podem mesurar angles de 0º a 360º. Cal que comproveu que la trajectòria del raig es veu sobre el disc, que aquest està centrat i que el seu eix està alineat amb el raig observat.

3. Poseu, ara, una cubeta planoconvexa (que prèviament haureu d'omplir amb un dels líquids mostra) sobre el disc, de manera que el feix incideixi al centre de la part plana.

   Ara disposem d'un raig que va d'un medi "òpticament menys dens" (l'aire, amb n_1 = 1) a un medi "òpticament més dens" (el líquid que volem determinar). Després surt d'aquest medi 2 un altre cop cap al medi 1 (que és l'aire), sense desviar-se en aquest segon cas.

   Per què?

   Feu un esquema/dibuix del muntatge experimental indicant cada element: raig incident, reflectit, refractat, medi, índexs de refracció, etc.

4. Feu girar el disc per fer girar la lent, amb cura de no desviar l'eix de graduació, de manera que tingueu diferents angles d'incidència, i anoteu-los, així com el valor de l'angle refractat corresponent. Feu una taula i poseu-hi també els valors dels sinus dels angles d'incidència i de refracció. Feu també un esquema indicant els rajos que observeu.

5. Feu un gràfic amb els valors de sin θ_1, a l'eix de les ordenades i sin θ_2 a l'eix de les abscisses. El pendent de la recta de regressió entre els dos és el valor de l'índex de refracció del medi n_2. Per què?

6. Per estudiar l'angle límit, ara disposarem la lent planoconvexa de manera que el raig incideixi per la cara convexa, apuntant al centre de la cubeta del líquid problema. Per què ha de ser al centre?

7. Feu girar el disc de manera que l'angle d'incidència vagi decreixent a partir de 90º.

   Veureu que al principi obteniu un raig reflectit i un raig refractat d'intensitat quasi igual a la del raig incident. Però que, en augmentar l'angle d'incidència, el raig reflectit augmenta d'intensitat i el refractat cada cop és més tènue, fins a desaparèixer totalment. Quan això succeeix, tota la llum incident es reflecteix i l'angle que forma el raig incident amb la normal a la superfície rep el nom d'***angle límit***.

   Feu l'experiència i mesureu l'angle límit per al vostre medi líquid prova. Dibuixeu el que veieu abans d'arribar a l'angle límit i quan hi arribeu. Comenteu els dibuixos indicant quins són els raigs incident, reflectit i refractat i indiqueu els angles corresponents.

   Coneixent n_1 = 1 i l'angle límit θ_L, determineu el valor n_2. Compareu-lo amb el valor obtingut en l'apartat 5.

8. Compareu el valor de l'índex de refracció del líquid de què disposeu amb el valor de l'índex de refracció per a diferents líquids tabulats al laboratori. Determineu de quin líquid es tracta.

9. Repetiu el mateix per als altres dos líquids de què disposeu.

10. Dos dels líquids tenen un índex de refracció molt similar, però només un és soluble en aigua. Determineu quin líquid hi ha a cada cubeta a partir de les dades dels índexs de refracció que teniu a la taula del laboratori.

11. Repetiu el mateix per al líquid problema que s'ha trobat a l'escena del crim, al costat de la presumpta víctima. Determineu de quin líquid es tracta.

7.2.5. ESQUEMA DEL PROCÉS EXPERIMENTAL

7.2.6. ANOTACIONS

7.2.7. RECULL I TRACTAMENT DE DADES

PRÀCTICA: CAS 2

ÍNDEX DE REFRACCIÓ

1. Determineu l'índex de refracció a partir de la refracció AIRE-LÍQUID.

- Abans de començar, preneu nota del valor de l'índex de refracció de l'aire i també de la llei de Snell.

- Feu un esquema del muntatge de treball d'acord amb les pautes de l'apartat 3 del guió teòric.

- Completeu la taula següent amb els valors obtinguts en girar:

Angle incident: θ_1	Sin θ_1	Angle refractat: θ_2	Sin θ_2

- Representeu al paper mil·limetrat adjunt el sin θ_1 en funció del sin θ_2 .

o *Segueixen una relació lineal?*

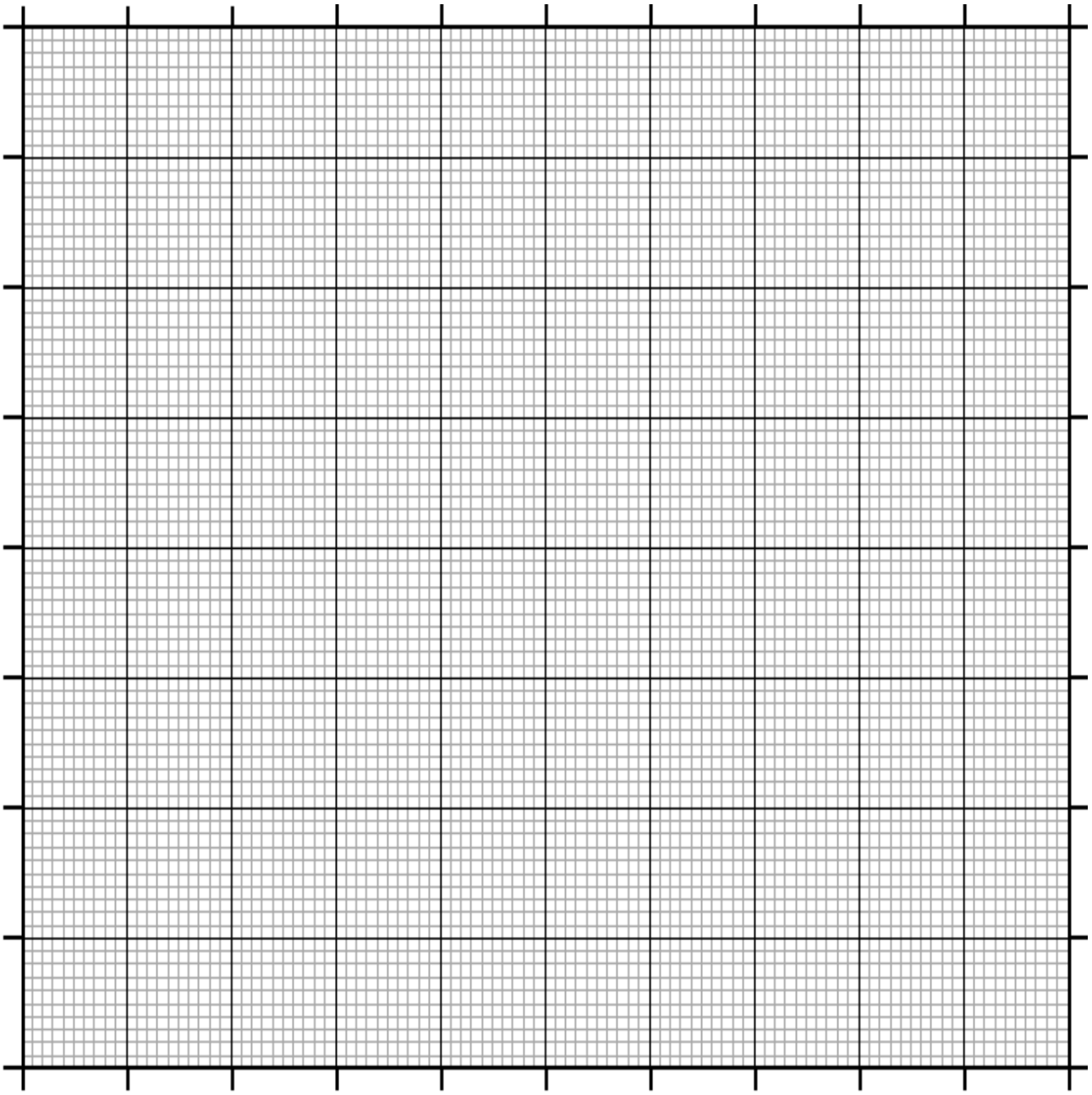
o A partir de la llei de Snell, i tenint en compte el valor de n_1 (aire), expresseu la recta teòrica que relaciona ambdues variables.

o *A què correspon el pendent?*

- Trobeu la recta de regressió lineal pel mètode de mínims quadrats, amb l'ajut de la calculadora.

- *Quin valor obteniu per al pendent?*

Correspon al valor teòric esperat?



2. Busqueu l'angle límit per al líquid *A*. Determineu l'índex de refracció LÍQUID-AIRE.

- Reescriviu un altre cop la llei de Snell.

- Feu un esquema del muntatge per a aquest apartat d'acord amb les pautes del punt 7 del guió teòric.

- *Quin és el medi 1 i quin és el medi 2?*

- *L'angle límit correspon a θ_1 o a θ_2?*

- Completeu:

θ_1 = n_1 =
θ_2 = n_2 =
θ_L =

- Substituïu en la llei de Snell els valors coneguts. Avalueu el valor de l'índex de refracció del líquid.

- Compareu-ho amb el resultat obtingut en l'apartat 6 i després amb les taules del laboratori. Què podeu concloure?

- *Creieu que cal fer dues experiències per mesurar l'índex de refracció? Justifiqueu la vostra resposta raonadament.*

3. Repetiu el mateix per als altres dos líquids.

- Feu el dibuix al mateix paper mil·limetrat, amb colors diferents.
- Calculeu també l'angle límit.

	Líquid *B*	**Líquid *C***
θ_L =		
n_2 =		

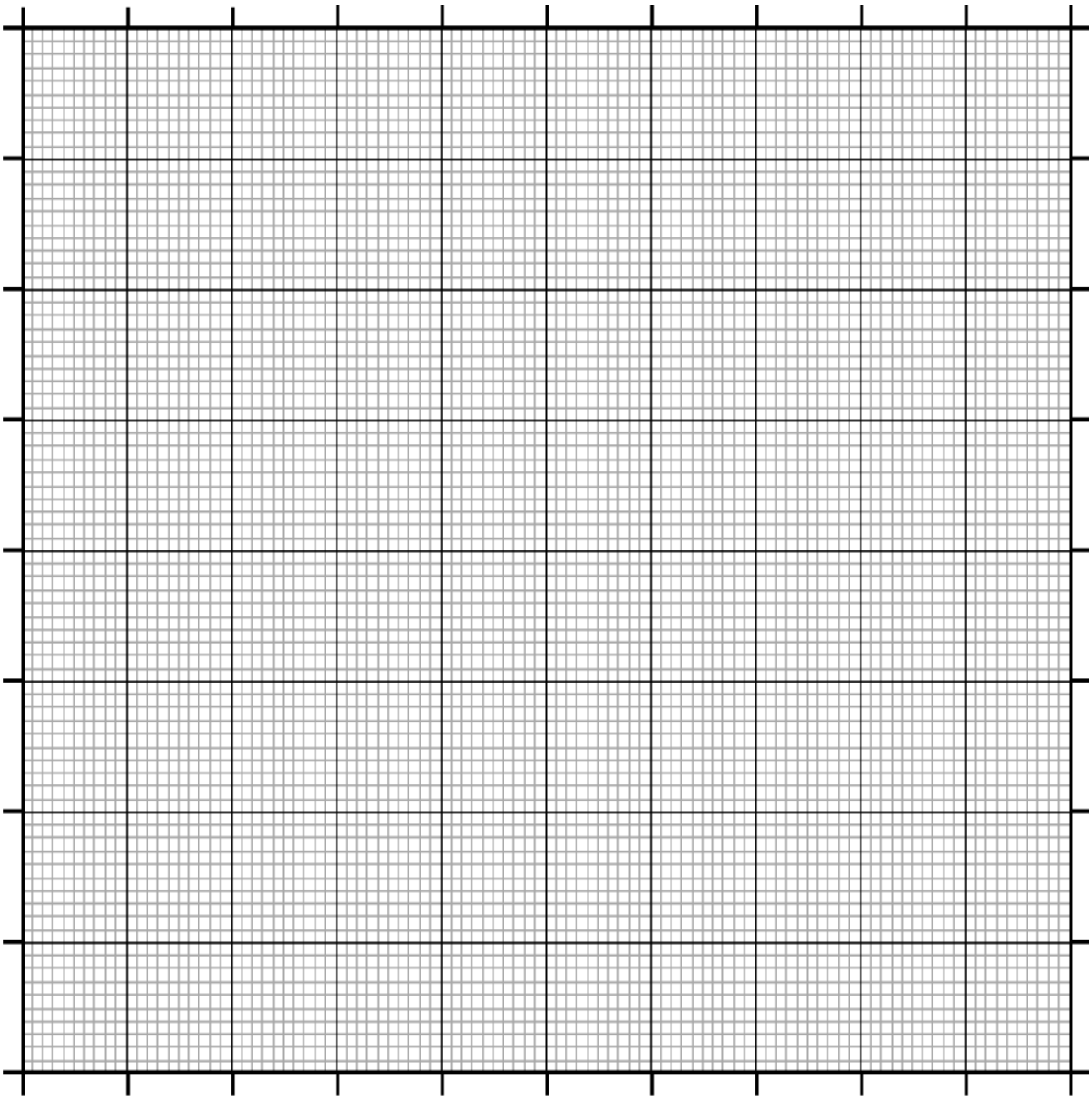
- Compareu els resultats amb les taules del laboratori.
- *Són líquids diferents? Justifiqueu-ho raonadament.*
- En cas de dubte, formuleu una hipòtesi.

Com podríeu comprovar la vostra hipòtesi al laboratori?

- *De quin/s líquid/s es tracta?*

4. Repetiu el mateix que heu fet abans per al líquid problema que s'ha trobat al costat del difunt i presumpta víctima.

- *Quin és l'índex de refracció?*
- *De quin líquid es tracta?*



8. PLANTEJAMENT DE NOUS CASOS

En aquesta sessió es pretén que sapigueu seleccionar les tècniques utilitzades fins al moment tant en el CAS 1 com en el CAS 2 segons el que vulgueu fer, com també el procediment que cal seguir i l'instrumental i material que necessiteu.

8.1. PLANTEJAMENT

Com a caps del laboratori UNIGI LABORATORIS, heu de preparar la feina per a la setmana vinent. Han arribat moltes mostres al laboratori i cal en primer lloc programar quines anàlisis s'han de fer, quins equips utilitzareu, el material que necessiteu, entre altres coses. Ara esteu tots els caps reunits i teniu dues hores que podeu dedicar a revisar la documentació que han adjuntat a les mostres més problemàtiques, ja que cal pensar la metodologia a seguir.

Per cada mostra s'ha de proposar l'anàlisi que s'ha de fer (pot ser necessària més d'una anàlisi), quina tècnica s'utilitzarà i el procediment experimental que cal seguir. Cal pensar en els possibles resultats que poden donar, i en el cas que es consideri oportú, fer noves propostes d'anàlisis (seguint el mateix esquema de finalitat de l'anàlisi, tècnica, etc.).

8.2. MOSTRES

Les mostres més problemàtiques i que cal discutir són les que es detallen a continuació.

El professor us proposarà la mostra per treballar i us donarà un cert temps. En grups de 4 heu de preparar com analitzaríeu la mostra. Un cop finalitzat el temps, passareu a discutir com han plantejat l'anàlisi els diferents grups, quin és el procediment experimental, els aparells i el material que necessiteu, i els resultats que espereu.

A continuació el professor us proposarà una altra mostra i seguireu la mateixa estructura de treball.

Podeu portar els guions de pràctiques per ajudar-vos en la resolució.

MOSTRA A
Han perdut l'etiqueta d'una prova important. És una ampolla de vidre amb un líquid transparent i no saben si és aigua o un dissolvent.
Proposeu totes les anàlisis que considereu oportunes.

Paràmetres a analitzar:

Tècnica o instrument:

Procediment experimental (resumit):

Material que necessitareu:

Resultats esperats:

MOSTRA B
La víctima trobada en un bosc tenia un residu a les ungles de la mà dreta. Ens demanen que aportem la màxima informació sobre aquesta mostra.
Proposeu les anàlisis que considereu oportunes.

Paràmetres a analitzar:

Tècnica o instrument:

Procediment experimental (resumit):

Material que necessitareu:

Resultats esperats:

MOSTRA C
S'analitza la mort d'un pacient dos dies després d'una operació senzilla. Es creu que la possible causa de la mort pot estar relacionada amb el sèrum fisiològic, per on, alhora, s'administrava els fàrmacs. Segons les infermeres s'havia seguit correctament el protocol de manipulació del sèrum.
Proposeu les anàlisis que considereu oportunes.

Paràmetres a analitzar:

Tècnica o instrument:

Procediment experimental (resumit):

Material que necessitareu:

Resultats esperats:

MOSTRA D

S'han trobat una gran quantitat de peixos morts al riu Medir. Prop del lloc dels fets hi ha 4 possibles empreses que poden ser les causants del desastre per l'abocament incontrolat de les seves aigües residuals al riu. Una és una empresa metal·lúrgica, una altra és una empresa alimentària dedicada a la fabricació de iogurts i hi ha una empresa que es dedica a la producció de detergents.

Analitzeu per a cada empresa què pot causar la mort dels peixos i proposeu les anàlisis que considereu oportunes per esbrinar quina empresa pot ser la causant del desastre.

Paràmetres a analitzar:

Tècnica o instrument:

Procediment experimental (resumit):

Material que necessitareu:

Resultats esperats:

MOSTRA E

En cinc excavacions arqueològiques d'una comarca han aparegut unes petites àmfores segellades que contenen un líquid de color variable, lleugerament vermell. Als arqueòlegs els agradaria determinar si les diferents excavacions estan connectades en el temps. Proposar les anàlisis que es consideri adients.

Paràmetres a analitzar:

Tècnica o instrument:

Procediment experimental (resumit):

Material que necessitareu:

Resultats esperats:

MOSTRA F

Una explotacio agropecuària ha patit l'atac d'uns animals salvatges. Els atacants s'han esgarrinxat amb les tanques de protecció, i s'hi ha trobat diverses restes orgàniques. Se sospita que algú ha pogut dona alguna substància excitant als animals. Fer una proposta d'anàlisi per clarificar les circumstàncies de l'atac.

Paràmetres a analitzar:

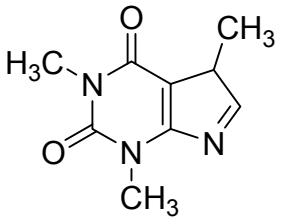
Tècnica o instrument:

Procediment experimental (resumit):

Material que necessitareu:

Resultats esperats:

9. ANNEX.
Informació sobre els fàrmacs



Cafeïna $C_8H_{10}N_4O_2$, mol wt 194,19

http://www.iqb.es/cbasicas/farma/farma04/c003.htm

DESCRIPCION

La cafeína es una xantina de origen natural, presente en el café, utilizada como estimulante del sistema nervioso central o como estimulante respiratorio. También se utiliza como diurético suave. Otros derivados xantínicos incluyen la teofilina, que se utiliza como broncodilatadora y la teobromina, compuesto que se encuentran en el cacao y el chocolate. La cafeína se encuentra en muchas bebidas y refrescos. A menudo la cafeína se combina con analgésicos o derivados del alcaloide ergotamina para el tratamiento de la migraña y otros tipos de cefalea. La cafeína también se comercializa en productos utilizados para tratar el mareo o obesidad.

Clínicamente se utiliza tanto por vía oral como parenteral como estimulante respiratorio en neonatos con apnea de prematuridad. La cafeína reduce la frecuencia de los episodios apneicos entre un 30-50% en las 24 horas siguientes a su administración. La cafeína se prefiere a la teofilina en los neonatos debido a la facilidad de una administración una vez al día y la de una ventana terapéutica bastante amplia. En algunos países también se prescribe por vía parenteral para el tratamiento de la apnea de los prematuros.

Mecanismo de acción: la cafeína es un estimulante directo y moderado del sistema nervioso central y también estimula el corazón y el sistema cardiovascular. Le teofilina, estructuralmente parecida, comparte algunas de sus propiedades y se utiliza ampliamente en el tratamiento de enfermedades pulmonares. Tanto la cafeína como la que teofilina son estimulantes del sistema nervioso central siendo la segunda mucho más potente que la cafeína, particularmente a altas concentraciones.

La cafeína también estimula el centro respiratorio medular y relaja el músculo bronquial liso. También estimula el músculo voluntario y la secreción gástrica de ácido, aumenta el flujo sanguíneo renal y tiene propiedades diuréticas moderadas. Mientras que las respuestas clínicas a la cafeína son bien conocidas, los mecanismos celulares son bastante inciertos. Se han propuesto varias teorías: a altas concentraciones la cafeína interfiere con la captación y el almacenamiento del calcio por el retículo sarcoplásmico del músculo estriado. Esta acción explicaría los efectos de la cafeína sobre el músculo cardíaco y esquelético pero no parece que las concentraciones necesarias se obtengan después de dosis clínicas. Actualmente se cree que las xantinas actúan como antagonistas de lo receptores de adenosina. La inhibición de las fosfodiesterasas y la acumulación subsiguiente de nucleótidos cíclicos tampoco parece que sea posible a las concentraciones clínicas.

La adenosina actúa como un autacoide, y dado que prácticamente todas las células contienen receptores para la adenosina, los efectos clínicos son muy complejos. Inhibe la liberación de neurotransmisores y sus efectos pre- y post-sinápticos. El antagonismo de lo receptores de adenosina por la cafeína podría de esta manera promover la liberación de neurotransmisores, explicando los efectos estimulantes de la cafeína. Recientemente se ha descrito un síndrome asociado a la a la abstención a la cafeína. Es posible que las manifestaciones de la abstención a la cafeína sean secundarias a la depresión de las catecolaminas o de un neurotransmisor.

Los siguientes mecanismos de acción han sido descritos para la acción de la cafeína en la en apnea de los prematuros: una estimulación de centro respiratorio, un aumento de la ventilación, una disminución del umbral a la hipercapnia, un aumento del tono del músculo esquelético, una disminución de la fatiga del diafragma, un aumento del metabolismo, y un aumento del consumo de oxígeno. Todas estas acciones parecen estar relacionadas con un antagonismo a los receptores de la adenosina.

Farmacocinética: la cafeína se administra por vía oral o intravenosa. Después de su administración oral las concentraciones máximas se alcanzan entre los primeros 50 y 75 minutos. En los neonatos la administración de cafeína ocasiona unas concentraciones pico a las 0.5-2 horas. El alimento no afecta la disponibilidad de la

cafeína. Las concentraciones plasmáticas y terapéuticas suelen ser de 2 a 25 mg/L en los adultos. En el tratamiento de la apnea de los prematuros las concentraciones son de 13 a 25 mg/L litro, aunque en algunos casos pueden ser necesarios niveles de de 26 a 40 mg/L litro para obtener una reducción en los episodios apneicos.

La cafeína se distribuye rápidamente a todos los tejidos corporales y cruza fácilmente la barrera de hematoencefálica y placentaria. También se distribuye en la leche. Se une aproximadamente en 36% a las proteínas del plasma. En los adultos, la cafeína se metaboliza parcialmente en el hígado mediante reacciones de desmetilación que dependen de la isoenzima del citocromo P-450. Los metabolitos principales son la 1-metil xantina, y 7-metilxantina. En los neonatos, el metabolismo de la cafeína está limitado debido a la inmadurez de los sistemas de enzimas hepáticos. Es interesante destacar que en los neonatos se produce una interconversión de que teofilina a cafeína.

La cafeína y sus metabolitos se eliminan en la orina. La semi vida plasmática es de 3 a 7 horas en los adultos. En los neonatos la semi vida plasmáticas puede variar entre 65 y 100 horas y la fracción de cafeína eliminada sin cambiar en la orina es del 86% en los seis primeros días. Los niños pequeños tienen una semi-vida plasmática de cafeína de tres a cuatro días. A los nueve meses, la semi-vida plasmática y la eliminación urinaria es la misma que la de los adultos. El metabolismo de la cafeína por el citocromo P-450 es inhibida en los niños lactantes mientras que la alimentación artificial no parece afectar el metabolismo.

Se desconoce la fármacocinética de la cafeína en el neonato con disfunción renal o hepática**.**

INDICACIONES Y POSOLOGIA

Para el tratamiento y la prevención de los mareos o la fatiga:

Administración oral:

- Adultos: se recomiendam dosis orales de 100 a 200 mg por vía oral intervalos de tres a 4 horas. No se deben exceder a los 1.000 mg en un período de 24 horas.
- Niños: no se recomienda la cafeína en niños de menos de doce años en esta indicación.

Tratamiento de la apnea del neonato en los prematuros:

Adminisitración intravenosa

- Neonatos: las dosis recomendadas son inicialmente de 10 a 15 mg/kg por vía intravenosa en una sola dosis. La dosis de mantenimiento será de 2.5 mg/kg kilo y día debiendo ser ajustada según la respuesta clínica. La dosis de mantenimiento puede oscilar entre 2,5 y 4 mg/kg una vez al día comenzando 24 horas después de la primera dosis. No se ha establecido la seguridad y eficacia de la cafeína administrada durante períodos superiores a los 12 días.

Advertencia: debe comprobarse que la solución de cafeína para administración i.v. está desprovista de benzoato sódico como preservativo, ya que este conservante puede producir ictericia. Tampoco se debe utilizar soluciones que lleven alcohol bencílico como preservativo ya que los neonatos esta sustancia puede provocar alteraciones neurológicas, hipotensión y acidosis metabólica. Tampoco ha sido establecida su eficacia en la profilaxis del síndrome de la muerte súbita del bebé o administrada previamente a la extubación de niños ventilados mecánicamente.

CONTRAINDICACIONES

La cafeína es un estimulante del sistema nervioso central que se debe usar con precaución en pacientes psiquíatricos, en particular en los que padezcan ansiedad o pánico. Los pacientes con insomnio deben evitar el consumo de cafeína, ya que esta sustancia puede agravar el insomnio, en particular si se consume poco antes de acostarse.

Los efectos cardíacos de la cafeína incluyen efectos inotrópicos positivos y aumento de la frecuencia cardíaca por lo que se debe utilizar con precaución en pacientes con enfermedades cardiovasculares, en particular con angina o historia de arritmias cardíacas. Tampoco debe ser consumida en los primeros días después de un infarto de miocardio y los pacientes con hipertensión deben limitar su consumo. En dosis elevadas, la cafeína puede inducir convulsiones, debiendo ser utilizada con precaución en pacientes con historia de epilepsia.

La cafeína se metaboliza en el hígado y se debe usar con precaución en sujetos con insuficiencia hepática. La reducción del aclaramiento de esta sustancia puede producir efectos tóxicos, siendo este efecto particularmente importante en neonatos cuyo metabolismo hepático no es completamente funcional. De igual forma, una insuficiencia renal puede reducir o retardar su eliminación. En los neonatos, se recomienda la monitorización de los niveles plasmáticos de cafeína.

En los diabéticos, la cafeína puede producir efectos impredecibles sobre la glucemia, bien incrementando o reduciendo los niveles de glucosa en sangre. Se recomienda, por tanto, un consumo moderado de esta sustancia en los diabéticos. De igual forma, en los neonatos se han observado efectos tanto hiper- como hipoglucémicos.

La cafeína no se debe administra a sujetos con enfermedades del tiroides ya que sus efectos estimulantes pueden ser exacerbados por el hipertiroidismo.

La cafeína estimula la secreción gástrica de ácido, recomendándose a los pacientes con úlcera péptica que reduzcan su consumo para evitar un empeoramiento de su enfermedad. De igual forma, se recomienda una estrecha vigilancia sobre los neonatos tratados con cafeína para detectar cualquier problema gastrointestinal (distensión abdominal, vómitos, sangre en las heces, etc.).

La cafeína cruza fácilmente la barrera placentaria produciendo concentraciones plasmáticas de cafeína similares a las que se obtiene en la madre. La FDA clasifica la cafeína dentro de la categoría B de riesgo en el embarazo, si bien la forma parenteral se clasifica dentro de la categoría C. Como regla general, se admite que durante el embarazo las bebidas a base de cafeína se deben limitar a una o dos al día y mejor aún evitarlas por completo, limitando también al máximo el uso de medicamentos que contengan cafeína. Las dosis moderadas de cafeína no parecen aumentar el riesgo de malformaciones, abortos espontáneos y menor peso al nacer. Los efectos de dosis más altas son objeto de controversia ya que algunos estudios han mostrado efectos negativos de esta sustancia sobre la fertilidad y los abortos, mientras que otros estudios no han mostrado ningún efecto.

Se han reportado arritmias neonatales y taquiapneas cuando la cafeína fue consumida en grandes dosis durante el embarazo (> 500 mg/día), síntomas que algunos atribuyen a un síndrome de abstinencia en el neonato.

La cafeína se excreta en la leche materna, apareciendo las concentraciones máximas en la leche en la primera hora después de la ingesta de una bebida cafeinada, siendo la razón de concentraciones leche/plasma de 0.5 a 0.7/1. Un consumo exagerado de cafeína en la madre puede producir insomnio e irritabilidad en el lactante. Aunque la Academia Americana de Pediatría considera el uso de las bebidas con cafeína compatibles con la lactancia, se recomienda a las madres un uso moderado de esta sustancia.

No se recomienda la administración de medicamentos que contengan cafeína a menores de 12 años.

INTERACCIONES

Los efectos estimulantes de la cafeína pueden ser aditivos con los de otras sustancias que estimulan el sistema nervioso central. La cafeína debe ser evitada o utilizada con precaución si el paciente se encuentra medicado con metilfenidato, modafinilo, nicotina, pemolina, seudoefedrina, fenilpropanolamina o beta bloqueantes u otros simpaticomiméticos. La combinación de cafeína con estos fármacos puede producir nerviosismo, irritabilidad, insomnio y arritmias cardíacas. La administración concomitante de cafeína y fenilpropanolamina ha producido ocasionalmente accidentes cerebrovasculares, por lo que la administración conjunta de ambos fármacos debe ser evitada.

Se ha descrito el desarrollo de síntomas psiquiátricos en pacientes tratados con clozapina después de la administración de cafeína.

Las quinolonas antibacterianas (norfloxacina, ciprofloxacina, enoxacina, etc) reducen la eliminación de la cafeína, lo que puede originar un aumento exagerado de los efectos farmacológicos de esta sustancia.

La cafeína reduce las concentraciones séricas de litio por lo que pacientes bajo tratamiento con este fármaco deberán ser advertidos de una posible reducción de los efectos antidepresivos del mismo. La cafeína interacciona igualmente con los inhibidores de la monoaminooxidasa (IMAOs) potenciando los efectos simpaticomiméticos de estos que pueden traducirse en arritmias cardíacas o grave hipertensión. El consumo de café esta contraindicado durante el tratamiento con IMAOs (p.ej. furazolidona, procarbazina, y selegilina) y durante 2 semanas después de la discontinuación de estos fármacos.

Los pacientes tratados con benzodiazepinas para evitar el insomnio deben evitar el consumo de bebidas a base de cafeína poco antes de acostarse debido a que estas podrían antagonizar los efectos inductores del sueño de las primeras. Tampoco se deben administrar barbitúricos concomitantemente con cafeína, en primer lugar por ser los primeros inductores del metabolismo hepático con la consiguiente reducción de los niveles plasmáticos de la cafeína y en segundo lugar por poder anular la cafeína los efectos hipnóticos de los barbitúricos. Otros inductores del metabolismo hepático (fenitoína, rifampicina, etc) pueden igualmente reducir la eficacia de la cafeína.

No se recomienda la administración concomitante de teofilina y de cafeína debido a la acumulación de efectos farmacológicos que podría conducir a una excesiva estimulación del sistema nervioso central con desarrollo de nerviosismo, irritabilidad, temblores, etc. En los neonatos, el uso conjunto de teofilina y cafeína puede resultar en el desarrollo de toxicidad.

Las metilxantinas, incluyendo la cafeína bloquean los afectos de la adenosina, si bien cuando los niveles plasmáticos son muy elevados, mayores que los que se obtienen después de dosis terapéuticas. Sin embargo, este efecto antagónico se debe tener en cuenta si se administran dosis elevadas de cafeína.

El riluzol es un sustrato de las isoenzimas hepáticas CYP1A2 que puede afectar el metabolismo y el aclaramiento hepático de otros fármacos, incluyendo la cafeína. Sin embargo, no existe documentación clínica con respecto a esta posible interacción. Otros inductores del metabolismo hepático podrían afectar el metabolismo oxidativo de la cafeína. Algunos de estos inductores son la cimetidina, claritromicina, eritromicina, fluvoxamina, ketoconazol, tacrina, terbinafina y zileuton. En el caso de presentarse efectos adversos, se deberá reducir las cantidades de cafeína consumidas o administradas.

La cafeína interfiere con los efectos de la creatina (una sustancia utilizada para incrementar los efectos ergogénicos de la musculación). Se ha comprobado que una dosis de 5 mg/kg/día de cafeína elimina por completo los efectos de creatina sobre la contracción muscular, si bien la cafeína no interfiere con la capacidad de creatina para aumentar los efectos de fosfocreatina en el músculo.

Debe tenerse en cuenta que el zumo de pomelos contiene un compuesto desconocido que inhibe el sistema enzimático del citocromo P450 en la pared intestinal. Aunque la información existente es limitada, parece ser que el zumo de pomelo aumenta los niveles plasmáticos de cafeína.

Por otra parte, algunos alimentos contienen cantidades sustanciales de cafeína o teobromina, una metilxantina parecida a la cafeína, cuyos efectos pueden potenciar a los de esta produciendo náuseas o temblores. Se recomienda, por tanto, limitar el uso de estos alimentos durante un tratamiento terapéutico con cafeína.

REACCIONES ADVERSAS

Las reacciones adversas de la cafeína son, en general, consecuencia de sus efectos farmacológicos. Cuando se administra en dosis terapéuticas, la cafeína puede ocasionar temblores, taquicardia sinusal y una mayor concentración mental. Otras reacciones adversas incluyen diarrea, excitación, irritabilidad, insomnio, tics musculares y palpitaciones.

Se han comunicado casos de hipoglucemia y de hiperglucemia después de dosis moderadas de cafeína. Con dosis más altas, se han descrito casos de náuseas y vómitos bastante intensos acompañados de ansiedad. Cuando las concentraciones plasmáticas de cafeína son > 50 μg/ml se producen síntomas de toxicidad, caracterizados por una intensificación de las anteriores reacciones adversas, acompañadas de arritmias cardíacas, convulsiones y delirios.

La cafeína es un diurético moderado que puede producir poliuria. Se han comunicado casos de un aumento del aclaramiento de creatinina, hipercalciuria y un exceso de la eliminación urinaria de sodio.

Cuando se administra parenteralmente a los neonatos la cafeína puede inducir hemorragias, disnea, coagulación intravascular diseminada, edema pulmonar, acidosis metabólica, xerosis, rash inespecífico, insuficiencia renal, retinopatía de los prematuros y grietas en la piel. En los neonatos, las sobredosis de cafeína o su intolerancia se manifiesto como taquiapnea, hiperglucemia, azoemia, fiebre y convulsiones. Sin embargo, no se han reportado muertes por sobredosis de cafeína. En niños prematuros se han reportado casos de enterocolitis necrotizante, intolerancia a la alimentación, gastritis y hemorragias gastrointestinales.

La cafeína en dosis elevadas ha mostrado producir una inhibición de la espermatogenesis en los animales de laboratorio. En el ser humano, algunos autores consideran la cafeína como responsable, al menos parcialmente, de la infertilidad manifestada por algunas parejas. Por lo tanto, se recomienda no consumir cantidades excesivas de bebidas cafeinadas si una pareja desea tener hijos.

Se ha descrito un caso de abstinencia a la cafeína subsiguiente a la retirada súbita de esta sustancia, caracterizada por varios síntomas físicos y psiquiátricos incluyendo letargia, mareos, ansiedad y cefaleas.

PRESENTACIONES

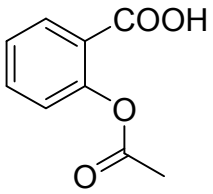
- DURVITAN: caps. retard. 300 mg . SEID
- DYNAMIN: comp. recub. 300 mg. ERN

Además existen numerosísimas asociaciones de cafeína con analgésicos, anti-inflamatorios, antigripales, etc.

REFERENCIAS

- Scanlon JEM, Chin KC, Morgan MEI, et al. Caffeine or theophylline for neonatal apnea? ***Arch Dis Child*** 1992;67:425-8.
- Becker AB, Simons KJ, Gillespie CA et al. The bronchodilator effects and pharmacokinetics of caffeine in asthma. N ***Engl J Med*** 1984;310:743-6.
- Choi A, Laurito CE, Cunningham FE. Pharmacologic management of postdural puncture headache. ***Ann Pharmacother*** 1996;30:831-9.
- Eisenberg MG, Kang N. Stability of citrated caffeine solutions for injectable and enteral use. ***Am J Hosp Pharm*** 1984;41:2405-6.
- Donnelly RF, Tirona RG. Stability of citrated caffeine injectable solution in glass vials. ***Am J Hosp Pharm*** 1994;51:512-14.
- Vandenberghe K, Gillis N, Van Leemputte M, et al. Caffeine counteracts the ergogenic action of muscle creatine loading. ***J Appl Physio***l 1996;80:452-7.

Àcid acetilsalicílic



$C_9H_8O_4$, mol wt 180,16

http://www.iqb.es/cbasicas/farma/farma04/a015.htm

INDICACIONES TERAPEUTICAS

La aspirina, el ester salicílico del ácido acético fué introducida en la clínica en 1899 siendo utilizada como analgésico, anti-inflamatorio, antipirético y antitrombótico. Una vez en el organismo, el ácido acetilsalicíco es hidrolizado a salicilato que también es activo.

Las propiedades analgésicas y anti-inflamatorias del ácido acetil-salicílico son parecidas a las de otros anti-inflamatorios no esteroídicos. El ácido acetilsalicílco es utilizado en el tratamiento de numerosas condiciones inflamatorias y autoinmunes como la artritis juvenil, la artritis reumatoidea, y la osteoartritis. Por sus propiedades antitrombóticas se utiliza para prevenir o reducir el riesgo de infarto de miocardio y de ataques transitorios de isquemia. Durante la mayor parte del siglo XX, la aspirina fué utilizada como analgésico y anti-inflamatorio, pero a partir de 1980 se puso de manifiesto su capacidad para inhibir la agregación plaquetaria, siendo utilizada cada vez más para esta indicación. Más recientemente se ha demostrado que el tratamiento crónico con ácido acetilsalicílico (más de 10 años) reduce el riesgo de cáncer de colon. Se sabe hoy día que la aspirina posee propiedades antiproliferativas.

Mecanismo de acción:

El ácido acetilsalicílico interfiere con la síntesis de las prostaglandinas inhibiendo de forma irreversible la ciclooxigenasa, una de los dos enzimas que actúan sobre el ácido araquidónico. La ciclooxigenasa existe en forma de dos isoenzimas: la ciclooxigenasa-1 (COX-1) y la ciclooxigenasa-2 (COX-2). Estas isoenzimas están codificadas por genes diferentes, presentes en lugares diferentes (la COX-1 está presente sobre todo en el retículo endoplásmico, mientras que la COX-2 se encuentra en la membrana nuclear) y tienen funciones diferentes. La COX-1 se expresa en casi todos los tejidos y es responsable de la síntesis de prostaglandinas en respuesta a estímulos hormonales, para mantener la función renal normal, así como la integridad de la mucosa gástrica y para la hemostasis. La COX-2 se expresa sólo en el cerebro, los riñones, los órganos reproductores y algunos tumores. Sin embargo, la COX-2 es inducible en muchas células como respuesta a algunos mediadores de la inflamación como son la interleukina-1, el TNF, los mitógenos, lipopolisácaridos y radicales libres.

Se ha observado un aumento de la expresión de la COX-2 en adenomas colorectables así como en otros cánceres.

La aspirina acetila la serina en ambas COX y como casi todos los tejidos producen eicosanoides, los efectos del fármaco son muy diversos:

Efectos antitrombóticos: la COX-1 de las plaquetas genera el tromboxano A2, un potente vasoconstrictor y agonista de las plaquetas. Los efectos de la aspirina sobre la agregación plaquetaria tienen lugar con dosis mucho menores que las requeridas para un efecto analgésico o anti-inflamatorio. La COX-1 de las plaquetas es

más sensible que la COX-1 del endotelio, lo que explica la necesidad de dosis muy bajas de aspirina para conseguir un efecto antitrombótico, lo que es deseable en pacientes con enfermedad coronaria. La inhibición de la COX-1 plaquetaria ocasiona una disminución de la agregación plaquetaria con un aumento del tiempo de sangrado. Estos efectos sobre la hemostasia desaparecen a las 36 horas de la administración de la última dosis. Aunque el ácido acetilsalicílco no actúa sobre la agregación plaquetaria inducida por la trombina (que se produce cuando se activan las plaquetas como consecuencia de la ruptura de una placa de ateroma al inicio de un episodio de angina inestable), se recomienda su administración en pacientes con historia de enfermedad coronaria y de angina estable. Se cree que los efectos beneficiosos de la aspirina en la profilaxis del infarto de miocardio se deben a su capacidad para reducir los niveles de proteína C reactiva.

Con dosis muy altas, la aspirina también ejerce un efecto inhibitorio sobre la hemostasis dependiente de la vitamina K, con lo que se altera la sintesis de protrombina resultando una hipoprotrombinemia.

Efectos anti-inflamatorios: se cree que la actividad anti-inflamatoria del ácido acetil-salicílico se debe a la inhibición periférica de la acción de la COX-1 y de la COX-2, aunque la aspirina puede también inhibir la síntesis de otros mediadores de la inflamación. Sin embargo, se cree que la respuesta inflamatoria más importante está mediatizada por la COX-2 ya que esta enzima es inducible por las citocinas. La inhibición de la COX-2 por la aspirina reduce la síntesis de las prostaglandinas E y F, prostaglandinas que responsables de la vasodilatación y la permeabilidad capilar lo que, a su vez, aumenta la movilidad de fluídos y leucocitos que ocasionan nsables de la inflamación, enrojecimiento y dolor. El ácido acetil-salicílico no solo disminuye la permeabilidad capilar sino que también reduce la liberación de enzimas destructoras de los lisosomas.

Efectos analgésicos: los efectos analgésicos de la aspirina son, al parecer, efectos indirectos sobre el sistema nervioso central. Al disminuir la síntesis de prostaglandinas, la aspirina reduce la percepción del dolor.

Efectos antipiréticos: son el resultado de la inhibición de la síntesis de prostaglandinas en el hipotálamo, lo que a su vez induce una vasodilatación periferíca y sudoración.

Efectos antiproliferativos: aún cuando el ácido acetilsalicílco acetila la COX-2, esta enzima acetilada retiene algo de su capacidad para metabolizar el ácido araquidónico para producir al ácido graso 15R-hydroxieicosatetraenoic (15R-HETE). Se sabe que los hidroxiácidos tienen efetos antiproliferativos. No se sabe con exactitud si los efectos de la aspirina reduciendo los niveles de prostaglandinas contribuyen a su actividad antitumoral.

Efectos renales: los salicilatos actúan sobre los túbulos renales afectando la resorción del ácido úrico. En dosis bajas, de 1-2 g/día, los salicilatos inhiben la secrectión activa de ácido úrico en la orina a través de los túbulos proximales. En dosis más altas ((> 5 g/dias), los salicilatos inhiben la reabsorción tubular de ácido úrico, lo que ocasiona un efecto uricosúrico. A dosis intermedias, las aspirina no modifica la eliminación del ácido úrico.

Otros efectos: en el tratamiento de la conjuntivitis primaveral, la aspirina previene la formación de prostaglandina D2, un mediador secundario de los mastocitos y de las condiciones alérgicas.

PROPIEDADES FARMACOCINÉTICAS

El ácido acetilsalicílico se administra usualmente por vía oral, aunque puede ser administrado por vía rectal en forma de supositorios. Se absorbe rápidamente por el tracto digestivo si bien las concentraciones intragástricas y el pH del jugo gástrico afectan su absorcion. La aspirina es hidrolizada parcialmente a ácido salicílico durante el primer paso a través del hígado y se distribuye ampliamente por todos los tejidos del organismo.

La aspirina se une poco a las proteínas del plasma, pero debe ser administrada con precaución a pacientes tratados con fármacos que se fijan fuertemente a las proteínas del plasma, como es el caso de los anticoagulantes y antidiabéticos orales.

Después de la administración oral y dependiendo de las dosis administradas se observan salicilatos en plasma a los 5-30 minutos y las concentraciones máximas se obtienen al los 0.25-2 horas. Las concentraciones plasmáticas deben de ser de por lo menos 100 µg/ml para obtener un efecto analgésico y se observan efectos tóxicos con concentraciones superiores a 400 µg/ml. La aspirina se metaboliza en un 99% a salicilato y otros metabolitos. La semi-vida de eliminación del plasma es de 15 a 20 minutos. Los salicilatos, pero no la aspirina, experimentam una cinética de Michaelis-Menten (saturable). En dosis bajas, la elimimación es de primer orden y la semi-vida permanece constante con un valor de 2-3 horas; sin embargo, con dosis más altas, las enzimas responsables del metabolismo se saturan y la semi-vida de eliminación puede aumentar a 15-30 hotas. Por esta razón, se requieren entre 5 y 7 días para alcanzarse uns condiciones de equilibrio ("Steady state").

Los salicilatos y sus metabolitos se eliminan principalmente por vía renal, siendo excretada por la orina la mayor parte de la dosis. Aproximadamente el 75% de la dosis se encuentra en forma de ácido salicilúrico, mientras que el 15% está en forma de conjugados, sobre todo mono- y diglucurónidos. El 10% restante está constituído por salicilato libre. La alcalinización de la orina aumenta la eliminación de salicilato, pero no la de otros metabolitos.

POSOLOGIA

Dosis media recomendada: Adultos: 1 comprimido de 0,5 g cada 4 o 6 horas. Los comprimidos se toman desleídos en agua, preferentemente después de las comidas bebiendo a continuación algún líquido. La administración de este preparado está supeditada a la aparición de los síntomas dolorosos o febriles. A medida que estos desaparezcan deben suspenderse esta medicación.

INTERACCIONES

Acetazolamida: los salicilatos desplazan la acetazolamida de sus puntos de unión a las proteínas plasmáticas y también disminuyen la excreción renal de esta. Por lo tanto, los salicilatos pueden desencadenar efectos tóxicos de la acetazolamida sobre el sistema nervioso central. Por su parte, la acetazolamina puede aumentar la eliminación urinaria de los salicilatos aumentanto el pH urinario.

Anticoagulantes: el riesgo de hemorragias aumenta si se administra ácido acetilsalicílico a pacientes bajo tratamiento anticoagulante. La aspirina desplaza a la warfarina unida a las proteínas plasmáticas y aumenta el riesgo de hemorragias durante los tratamientos con warfarina o heparina debido a sus efectos sobre la agregación plaquetaria. Las hemorragias gastrointestinales empeoran cuando se administra aspirina a pacientes anticoagulados. Además, en dosis altas, la aspirina tiene un efecto hipoprotrombinémico. Sin embargo, la aspirina y la warfarina pueden usarse si la aspirina se administra antes de que se inicie el tratamiento con el anticoagulante. De hecho, la administración de aspirina y de warfarina ha mostrado reducir la mortalidad en pacientes con prótesis valvulares. Aunque la aspirina puede potenciar los efectos anticoagulantes de la heparina, ambos fármacos son frecuentemente utilizados en el tratamiento del infarto agudo de miocardio.

Antineoplásicos: dado que el ácido acetil-salicílico puede producir hemorragias gástricas al inhibir la agregación plaquetaria y aumentar el tiempo de hemorragia, aumenta el riesgo en pacientes tratados con fármacos que ocasionan trombocitopenia como es el caso de los quimioterápicos, la globulina antitimocito y el estroncio.

Alcohol: la ingestión concomitante de etanol y aspirina aumenta el riesgo de provocar irritación de la mucosa gástrica y hemorragias gastrointestinales. La ingestión rutinaria de alcohol y ácido acetilsalicíco puede causar hemorragias gástricas significativas que pueden pasar o no desapercibidas. La ingestión crónica de alcohol va asociada a trombocitopenia lo que aumenta el riesgo de las hemorragias producidas por la aspirina.

Antidiabéticos: los salicilatos, al inhibir la sintesis de la prostaglandina E2 aumentan de forma indirecta la secreción de insulina. De esta manera, los salicitados reducen los niveles de glucosa en sangre. Este mecanismo explica porque los salicitados aumentan los efectos hipoglucemiantes de las sulfonilureas, aunque esta potenciación puede ser también debida a un desplazamiento de las sulfonilureas de las proteínas del plasma a las que se encuentran unidas. En grandes dosis, los salicilatos desacoplan la fosforilización oxidativa, ocasionando una depleción del glucógeno hepático y muscular y, por tanto, hiperglucemia y glucosuria. Por lo tanto, después de una dosis muy alta, la aspirina puede causar bien hipoglucemia, bien hiperglucemia.

Inhibidores de la ECA: los fármacos que inhiben la síntesis de las prostaglandinas interaccionan con los inhibidores de la ECA. Se ha observado que la indometacina bloquea el efecto hipotensor del captopril en voluntarios normales y en pacientes hipertensos. Debido a los efectos indirectos de la aspirina sobre el sistema renina-angiotensina, los efectos hiponatrémicos, antihipertensivos y vasodilatadores de los inhibidores de la ECA pueden ser afectados cuando se utiliza la aspirina en pacientes con insuficiencia del ventrículo izquierdo o enfermedad coronaria tratados con un inhibidor de la ECA.

Antiácidos: los salicilatos experimentan en los riñones filtración, excreción y reabsorción. Se sabe que cuando el pH urinario aumenta, la excreción renal de los salicilatos aumenta notablemente. Este efecto es de importancia clínica no sólo en caso del bicarbonato sódico, sino también cuando se administran otros antiácidos como el hidróxido alumínico-magnésico. La administración de antiácidos reduce de forma sustancial las concentraciones plasmáticas de salicilatos, en particular cuando se administran dosis elevadas de aspirina. Aunque los antiácidos no afectan la absorción gastroinestinal de la aspirina ni su biodisponibilidad, pueden acelerar su absorción.

Por el contrario, los acidificantes de la orina como el cloruro de amonio pueden aumentar las concentraciones plasmáticas de salicilatos al aumentar su reabsorción tubular. Este efecto no parece tener gran importancia clínica por ser usualmente la orina de carácter ácido.

Uricosúricos: los salicilatos pueden afectar la secreción tubular cuando se administran en dosis elevadas. Este efecto hiperuricémico de los salicitados y el antagonismo con los efectos uricosúricos del probenecid y de la sulfinpirazona se producen solo cuando las concentraciones plasmáticas de salicilatos son bastante elevados.

Diuréticos: se comprobado que la aspirina inhibe la secreción tubular de canrenona, el metabolito activo de la espironolactona. Sin embargo, este efecto parece no comprometer los efectos clínicos de la espironolactona.

Corticoides: aunque existen controversias sobre el potencial ulcerogénico de los corticosteroides, (prednisona y otros) hay consenso de que la administración concomitante de aspirina y corticoides puede aumentar la toxicidad gástrica de la primera y, por tanto el riesgo de hemorragias gástricas.

Otros fármacos AINES: la combinación de ácido acetilsalicílico con otros anti-inflamatorios no esteroídicos (por ejemplo la indometacina o el piroxicam) ocasiona efectos aditivos sobre la toxicidad gastrointestinal. La administración de aspirina con celecoxib puede, igualmente aumentar el riesgo de complicaciones gástrica en comparación con el celecoxib sólo. Sin embargo, como el celecoxib no tiene efectos sobre la agregación plaquetaria, no puede sustituir a esta como profiláctico del infarto de miocardio u otros episodios isquémicos.

Metotrexato: la excreción renal del metotrexato es la principal vía de eliminación de este fármaco. La administración de aspirina afecta los procesos de filtración, secreción y reabsorción tubular del metotrexato retardando se eliminación. Por este motivo, la aspirina no se debe administrar a pacientes tratados con grandes dosis de metotrexato.

Niacina: la vitamina B3, ocasiona un flush cutáneo cuando se administra a dosis mayores que la dosis requerida diaria. Esta vasodilación cutánea es debida a un efecto de la prostaciclina, una prostaglandina cuya síntesis es bloqueada por la aspirina.

Anticonvulsivantes: la aspirina en grandes dosis puede desplazar a la fenitoína de las proteínas plasmáticas a las que se une este fármaco aumentando sus concentraciones plasmáticas. Sin embargo, el efecto no tiene significancia clínica puesto que la aspirina también favorece el aclaramiento plasmático de la fenitoína libre. De igual forma, los salicilatos desplazan al ácido valproico de las proteínas del plasma al mismo tiempo que inhiben el metabolismo hepático del valproato. En consecuencia, los niveles plasmáticos de este fármaco aumentan habiéndose observado efectos tóxicos del ácido valproico poco después de la administración de una dosis de aspirina.

Alendronato: el uso concomitante de aspirina y alendronato (un fármaco utilizado para combatir la osteoporosis) puede aumentar el riesgo de hemorragías gástricas.

Otros fármacos: los efectos hipotensores de los beta-bloqueantes pueden ser atenuados por la aspirina debido a la inhibición de las prostaglandinas renales, lo que reduce el flujo sanguíneo renal, y a la retención de sales y fluídos. Lo mismo puede ocurrir con los diuréticos cuya efectividad puede ser reducida por la inhibición de las prostaglandinas renales.

Ginkgo biloba: el **Ginkgo biloba**, una planta con efectos significaticos sobre las plaquetas, debe ser utilizado con precaución en pacientes bajo tratamiento anticoagulante, antitrombótico o trombolítico. En efecto, uno de los componentes del Ginkgo, el ginkgolido B es un antagonista selectivo del factor de activación plaquetaria (PAF). Se ha observado hipema en pacientes tratados con aspirina y Ginkgo biloba, hemorragia que desapareció cuando se discontinuó el Ginkgo biloba. También hay informes de hematomas subdurales en pacientes tratados con las dos medicaciones.

Otras plantas: pueden ocurrir efectos aditivos sobre las plaquetas si se administra aspirina en combinación con el **gengibre** (que inhibe la tromboxano sintetasa) o el ***allium sativum*** (ajo) que también tiene efectos inhibidores sobre las plaquetas. Sin embargo, en ocasiones, pueden asociarse ambos tipos de medicación si lo que se busca es un efecto aditivo. El ***Aesculus hippocastanum*** (Castaño de las Indias) puede aumentar el riesgo de hemorragias si se administra conjuntamente a pacientes anticoagulados (heparina, enoxaparina, warfarina) o tratados con antitrombóticos (aspirina, clopidrogel, etc), debido a los efectos de una saponina que contiene, la aesculina. El **Tanaceto (*Tanacetum parthenium*)** también puede incrementar los efectos antiplaquetaria de la aspirina.

Vacunas: no se reportado efectos adversos de los salicilatos después de la vacuna de la varicella. No obstante, el fabricante de la vacuna a base de virus vivos recomienda evitar el uso de la aspirina durante 6 semanas después del vacunado. Se ha asociado el síndrome de Reye, afectando exclusivamente a niños de menos de 15 años con el uso de la aspirina durante la infección por la varicella. Sin embargo, es muy probable que el virus atenuado de la vacuna presente menos riesgo para el desarrollo de este síndrome.

PRECAUCIONES

La aspirina ha sido asociada al síndrome de Reye en niños con varicella o gripe. Aunque no se ha demostrado una relación causal, en muchos países, las autoridades advierten del posible riesgo de la administración de aspirina en niños con varicela u otras infecciones víricas.

El ácido acetil-salicílico induce ulceraciones gástricas o intestinales que pueden ir acompañadas de anemia. Este efecto es debido a la inhibición por el fármaco de las prostaglandinas PGI2 y PGE2, que son citoprotectoras. Además la aspirina inhibe la agregación plaquetaria debido a supresión de la síntesis del tromboxano A2. Por lo tanto, la aspirina se debe evitar en pacientes con úlcera péptica.

El uso de aspirina debe ser evitado si el paciente consume más de tres bebidas alcohólicas al día, por el riesgo de irritación gástrica. No se debe administrar ninguna dosis una semana antes de cualquier intervención quirúrgica. Como la aspirina inhibe la agregación plaquetaria debe ser administrada con precaución a pacientes con problemas de coagulación (trombocitopenia, hemofilia u otra coagulopatía). Debe evitarse en pacientes con anemia aplástica, pancitopenia o cualquier otro tipo de disfunción medular.

La aspirina debe ser usada con precaución en pacientes inmunosuprimidos ya que puede enmascarar los síntomas de una infección.

Se ha dicho que los salicilatos pueden causar o agravar la hemólisis en pacientes con deficiencia en G6PD, y algunos autores indican que se debe usar con precaución en estos pacientes. Parece ser que la aspirina puede ocasionar hemólisis a concentraciones terapeúticas si hay presentes otros factores de riesgo.

La función hepática debe ser monitorizada cuando se administran grandes dosis de aspirina o en pacientes con historia de afecciones hepáticas. La función renal o la deficiencia en vitamina K también se deberán controlar si se van a administrar grandes dosis de salicilatos. La aspirina debe ser utilizada con precaución en pacientes con insuficiencia renal o con lupus eritematoso sistémico ya que existe el riesgo de una reducción de la filtración glomerular en estos pacientes.

La aspirina y otros fármacos anti-inflamatorios deben evitarse en pacientes con hipersensibilidad a los salicilatos o con reacciones alérgicas (por ejemplo urticaria) sobre todo en el caso de asma, ya que la aspirina puede inducir una severa broncoconstricción.

EMBARAZO Y LACTANCIA

El ácido acetilsalicílico debe ser utilizado con precaución durante la gestación. No debe administrarse durante los tres últimos meses de embarazo. Tratamientos prolongados y con dosis altas pueden retrasar el parto. Atraviesa la barrera placentaria, y se excreta con la leche materna. Se aconseja un destete precoz en la utilización regular de dosis elevadas en periodo de lactancia.

EFECTOS SECUNDARIOS

- **Gastrointestinales:** se observan molestias gástricas en el 2-10% de los sujetos sanos que utilizan dosis normales de aspirina para combatir la fierbre o algún episodio algésico ocasional, en el 10-30% de los pacientes cuyas dosis son superiores a 3.5 g y en 30-90% de los pacientes con historia de úlcera péptica, gastritis o duodenitis. Muchas de estas molestias pueden ser evitadas si la aspirina se ingiere con alimento o con un gran vaso de agua ya que para ocasionar los efectos gástrico, la aspirina debe estar no ionizada. El aumento del pH gástrico aumenta la fracción ionizada de la aspirina por lo que algunos agentes como la cimetidina y los antiácidos reducen la incidencia de efectos secundarios.
- **Sistema nervioso central:** la presencia de tinnitus, pérdida de oído y vértigos indican que se han alcanzado unos niveles de salicilatos iguales o superiores a los tóxicos. El tinnitus se observa cuando las concentraciones exceden de 300 µg/ml, y es reversible.
- **Hipersensibilidad:** los pacientes con hipersensibilidad a la aspirina desarrollan una reaccion alérgica en las 3 horas siguientes a la administración. Esto ocurre en el 03% de los casos. Los pacientes con urticaria crónica, asma o rinitis muestran una mayor incidencia. Los síntomas incluyen urticaria, angioedema, broncoespasmo, rinitis y shock. En los pacientes asmáticos, la hipersensibilidad se asocia a un broncoepasmo frecuentemente asociado a pólipos nasales.
- **Hepatotoxicidad:** se descrito una hepatotoxidad que se presenta como una hepatitis, reversible cuando se discontinua el tratamiento con la aspirina. Las lesiones hepáticas consisten en una moderada necrosis celular con degeneración eosinofílica de los hepatocitos e inflamación portal. No se conoce el mecanismo de este efecto sobre el hígado.
- **Función renal:** el ácido acetilsalicílico disminuye el flujo renal y la filtración glomerular en pacientes con insuficiencia renal. El tratamiento crónico con aspirina ha sido asociado a un nefropatía analgésica con necrosis papilar y nefritis intersticial. Esto puede ser debido a una isquemia medular producida por la inhibición de las prostaglandinas renales o bien a un efecto directo citotóxico. En casos de intoxicación por sobredosis se ha observado una reducción del aclaramiento de creatinina y necrosis aguda tubular. Sin embargo, a las dosis normales, la aspirina rara vez priduce efectos renales importantes.
- **Piel:** pueden ocurrir reacciones dermatológicas después del ácido acetil-salicílico pero estas son muy poco frecuentes. Entre estas hay que destacar urticaria, rash maculopapular y eritema nodoso. Rara vez se ha asociado la aspirina a un síndrome de Stevens-Johnson o a una necrolisis epidérmica.
- **Hematológicos:** se comunicado en algún caso hematotoxicidad. La trombocitopenia secundaria a la aspirina ha sido descrita en el 27% de 95 casos de desórdenes hematológicos inducidos por la aspirina. La incidencia de anemia aplastica y agranulocitos fué del 13.6% y 10%, respectivamente.

INTOXICACION Y SU TRATAMIENTO

La sintomatología de sobredosificación incluye cefalea, mareos, zumbidos de oídos, visión borrosa, somnolencia, sudoración, náuseas, vómitos y ocasionalmente diarrea. El tratamiento es sintomático, incluyendo emesis, lavado gástrico, administración de carbón activado. En casos graves, administración de cantidades adecuadas de líquidos intravenosos. Hemodiálisis en adultos y niños mayores y diálisis peritoneal en lactantes.

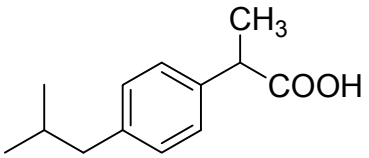
PRESENTACION

- A.A.S. Comp. 100 mg
- A.A.S. Comp. 500 mg
- ACIDO ACETILSALICILICO MUNDOGEN FARMA Comp. 500 mg
- ADIRO 200 Comp. 200 mg
- ADIRO Comp. 500 mg
- ASASANTIN 75/50 Cáps. #
- ASPIRINA C Comp. eferv. #
- ASPIRINA Comp. 0,5 g
- ASPIRINA INFANTIL Comp. 0,125 g
- ASPIRINA MASTICABLE Comp. mastic. 0,5 g
- DESENFRIOL Grag. #
- DESENFRIOL-C GRANULADO Polvo sobre #
- DESENFRIOL-D Grag. #
- DOLMEN Comp. eferv. #
- FIORINAL Cáps. #
- FIORINAL CODEINA Cáps. #
- SOLUSPRIN ADULTOS Polvo sobres 1 g
- SOLUSPRIN INFANTIL Polvo sobres 250 mg
- TROMALYT Cáps. 150 mg
- TROMALYT Cáps. 300 mg

REFERENCIAS

- Szczeklik A, Nizankowska E. Clinical features and diagnosis of aspirin induced asthma. ***Thorax*** 2000 Oct **55** Suppl 2: S42-4.
- Vane SJ. Aspirin and other anti-inflammatory drugs. ***Thorax*** 2000 Oct **55** Suppl 2: S3-9.
- Nawarskas JJ, Spinler SA. Update on the interaction between aspirin and angiotensin-converting enzyme inhibitors. ***Pharmacotherapy*** 2000 Jun **20**:6 698-710.
- Kune GA. Colorectal cancer chemoprevention: aspirin, other NSAID and COX-2 inhibitors. ***Aust N Z J Surg*** 2000 Jun **70**:6 452-5.
- Lévesque H, Lafont O . Aspirin throughout the ages: a historical review. ***Rev Med Interne*** 2000 Mar **21** Suppl 1: 8s-17s.
- Samama MM, Elalamy I . Aspirin and hemostasis. ***Rev Med Interne*** 2000 Mar **21** Suppl 1: 27s-34s.
- Tanasescu S, Lévesque H, Thuillez C. Pharmacology of aspirin. ***Rev Med Interne*** 2000 Mar **21** Suppl 1: 18s-26s.
- Diener HC . Aspirin in the prevention of strokes. ***Biomed Pharmacother*** 1999 Aug **53**:7 309-11.
- Giovannucci E. The prevention of colorectal cancer by aspirin use. ***Biomed Pharmacother*** 1999 Aug **53**:7 303-8.
- Bing RJ, Yamamoto T, Yamamoto M, Kakar R, Cohen A New look at myocardial infarction: toward a better aspirin. ***Cardiovasc Res*** 1999 Jul **43**:1 25-31.
- Gubitz GJ, Sandercock PA. Aspirin and heparin in acute ischaemic stroke in older patients. ***Drugs Aging*** 1999 Jul **15**:1 29-36.
- Hennekens CH. Update on aspirin in the treatment and prevention of cardiovascular disease. ***Am Heart J*** 1999 Apr **137**:4 Pt 2 S9-S13.
- Song KH, Fedyk R, Hoover R. Interaction of ACE inhibitors and aspirin in patients with congestive heart failure. ***Ann Pharmacother*** 1999 Mar **33**:3 375-7.

Ibuprofèn



$C_{13}H_{18}O_2$, mol wt. 206,28

http://www.iqb.es/cbasicas/farma/farma04/i002.htm

GRUPO

Antiinflamatorios no esteroideos, antiinflamatorios no esteroideos vía sistémica

¿QUÉ ES?

La ibuprofeno es un fármaco que actúa impidiendo la formación de prostaglandinas en el organismo, ya que inhibe a la enzima ciclooxigenasa. Las prostaglandinas se producen en respuesta a una lesión, o a ciertas enfermedades, y provocan inflamación y dolor. El ibuprofeno reduce la inflamación y el dolor.

¿PARA QUÉ SE UTILIZA?

Dolor leve o moderado.

Fiebre.

Artritis (reumatoide, psoriásica, gotosa,...) osteoartritis, espondilitis anquilopotética, inflamación no reumática (bursitis, sinovitis, capsulitis, esguince u otros tipos de lesiones inflamatorias de origen traumático o deportivo).

Dismenorrea.

DESCRIPCION

El ibuprofeno es un derivado del ácido propiónico que posee propiedades analgésicas, antiinflamatorias y antipiréticas. El efecto terapéutico, como antiinflamatorio no esteroideo que es, deriva de su actividad inhibitoria de la prostaglandín sintetasa.

Mecanismo de acción: como todos los antiinflamatorios no esteroidicos de la familia de los ácidos aril-propionicos, el ibuprofen inhibe la acción de las enzimas COX-1 y COX-2. Los efectos anti-inflamatorios del ibuprofeno son el resultado de la inhibición periférica de la síntesis de prostaglandinas subsiguiente a la inhibición de la ciclooxigenasa. El ibuprofen inhibe la migración leucocitaria a las áreas inflamadas, impidiendo la liberación por los leucocitos de citoquinas y otras moléculas que actúan sobre los receptores nociceptivos. El ibuprofeno, como otros AINEs, no altera el umbral del dolor ni modifica los niveles de prostaglandinas cerebrales, concluyéndose que sus efectos son periféricos. La antipiresis es consecuencia de la vasodilatación periférica debido a una acción central sobre el centro regulador de la temperatura del hipotálamo.

Farmacocinética: el ibuprofeno se absorbe rápidamente en el tracto gastrointestinal, presentándose picos de concentraciones plasmáticas 1-2 horas después de la administración. Su vida media de eliminación es de unas 2 horas aproximadamente. El ibuprofeno se une fuertemente a las proteínas plasmáticas. El ibuprofeno se metaboliza en el hígado, dando lugar a 2 metabolitos inactivos que, junto con el ibuprofeno, se excretan por vía renal bien como tales o como metabolitos conjugados. La excreción renal es rápida y completa. La farmacocinética de los gránulos de ibuprofeno es comparable a la de los comprimidos, por lo que no debe haber diferencias en la pauta de utilización clínica de ambas presentaciones.

Toxicidad: en los estudios de toxicidad los efectos tóxicos observados coinciden con los de otros antiinflamatorios no esteroideos. El ibuprofeno no resultó teratogénico en diferentes especies animales. Asimismo, tanto los estudios de mutagénesis como los de cancerogénesis dieron resultados negativos.

INDICACIONES Y POSOLOGIA

Tratamiento de artritis reumatoide (incluyendo artritis reumatoide juvenil), espondilitis anquilopoyética, artrosis y otros procesos reumáticos agudos o crónicos. Tratamiento de lesiones de tejidos blandos como torceduras o esguinces. Tratamiento de procesos dolorosos de intensidad leve y moderada como el dolor

dental, el dolor postoperatorio y tratamiento sintomático de la cefalea. Alivio de sintomatología en dismenorrea primaria. Tratamiento sintomático de la fiebre en cuadros febriles de etiología diversa.

La posología deberá ajustarse a la intensidad del cuadro a tratar, empleando la mínima dosis que produzca remisión de la sintomatología.

Administración oral:

- **Adultos:** uso como antiinflamatorio: la dosis recomendada es de 1.200-1.800 mg/día administrados en varias dosis. Algunos pacientes pueden ser mantenidos con 800-1.200 mg. La dosis total diaria no debería exceder de 2.400 mg. Uso como analgésico y antipirético: la dosis recomendada es de 400-600 mg cada 4-6 horas dependiendo de la intensidad del cuadro y de la respuesta al tratamiento. Uso como antidismenorreico: el tratamiento debe comenzar al iniciarse el dolor. La dosis usual es de 400-600 mg, cada 4-6 horas, dependiendo de la intensidad de los síntomas.
- **Niños:** el uso de ibuprofen no es adecuado en niños menores de 12 años. Ancianos. No se requieren modificaciones especiales en la posología. En caso de insuficiencia renal se recomienda individualizar la dosis (ver Advertencias y precauciones especiales de empleo).

CONTRAINDICACIONES

Pacientes con úlcera péptica activa. Pacientes que hayan presentado reacciones de hipersensibilidad (asma, rinitis o urticaria) con el ibuprofeno, el ácido acetilsalicílico u otros antiinflamatorios no esteroideos.

El ibuprofeno debe administrarse con precaución en los siguientes casos: Pacientes que padezcan o tengan antecedentes de asma bronquial, ya que se ha notificado que el ibuprofeno puede provocar broncospasmo en estos pacientes. Pacientes con antecedentes de enfermedad gastrointestinal. Pacientes con alteraciones renales, hepáticas o cardiacas, ya que el uso de antiinflamatorios no esteroideos puede producir deterioro de la función renal. En este tipo de pacientes debe utilizarse la dosis más baja y monitorizarse la función renal. Pacientes con antecedentes de insuficiencia cardiaca o hipertensión ya que se ha notificado asociación entre edema y administración de ibuprofeno.

El ibuprofeno se clasifica dentro de la categoría C de riesgo en el embarazo. Aunque en los estudios de toxicología en animales no se han demostrado efectos teratogénicos, se debería evitar, si es posible, el uso del ibuprofeno durante el embarazo, y especialmente durante el tercer trimestre, por los conocidos efectos cardiovasculares de los antiinflamatorios no esteroideos sobre el sistema cardiovascular fetal (cierre del ductus arterioso). Aunque en los escasos estudios disponibles hasta el momento las concentraciones del ibuprofeno que se excretan en la leche materna son muy bajas, no se recomienda su uso durante la lactancia.

Normalmente, el ibuprofeno no afecta la capacidad para conducir vehículos y utilizar maquinaria. No obstante, se debe considerar la posibilidad de que determinadas reacciones adversas de muy escasa incidencia (somnolencia, mareos) pudieran interferir el correcto desarrollo de estas actividades.

INTERACCIONES

El ibuprofeno debe administrarse con precaución en pacientes que estén en tratamiento con alguno de los fármacos que se citan a continuación ya que, en algunos pacientes, se han notificado interacciones:

- Antihipertensivos: reducción del efecto hipotensor.
- Diuréticos: disminución del efecto diurético. Los diuréticos pueden aumentar el riesgo de nefrotoxicidad por antiinflamatorios no esteroideos.
- Glucósidos cardiacos: los antiinflamatorios no esteroideos pueden exacerbar la insuficiencia cardiaca, reducir la tasa de filtración glomerular y aumentar los niveles de los glucósidos cardiacos.
- Litio: disminución de la eliminación de litio.
- Metotrexato: disminución de la eliminación de metotrexato.
- Ciclosporina: aumenta el riesgo de nefrotoxicidad con los antiinflamatorios no esteroideos.
- Mifepristona: los antiinflamatorios no esteroideos no deben administrarse en los 8-12 días posteriores a la administración de la mifepristona ya que éstos pueden reducir los efectos de la misma.
- Otros analgésicos: evitar el uso concomitante con otros antiinflamatorios no esteroideos.
- Corticosteroides: aumento del riesgo de sangrado digestivo.
- Anticoagulantes: aumento del efecto anticoagulante.
- Quinolonas: datos derivados de la experimentación animal indican que los antiinflamatorios no esteroideos asociados a las quinolonas pueden aumentar el riesgo de convulsiones.

REACCIONES ADVERSAS

- Gastrointestinales: son las reacciones adversas que se presentan con más frecuencia. Con la administración de ibuprofeno se ha notificado la aparición de náuseas, vómitos, diarrea, dispepsia, dolor abdominal, melenas, hematemesis, estomatitis ulcerosa y hemorragia digestiva. Se han observado con menor frecuencia gastritis, úlcera duodenal, úlcera gástrica y perforación. Los datos epidemiológicos indican que, de los siete antiinflamatorios no esteroideos más usados, el ibuprofeno posee el menor riesgo de toxicidad digestiva alta.
- Hipersensibilidad: se han notificado reacciones de hipersensibilidad con ibuprofeno. Pueden consistir en (a) reacción alérgica inespecífica y anafilaxia, (b) reactividad del tracto respiratorio comprendiendo asma, agravación del asma, broncospasmo o disnea, o (c) alteraciones cutáneas variadas, incluyendo rash de varios tipos, prurito, urticaria, púrpura, angioedema y, menos frecuentemente, dermatosis bullosas (incluyendo necrólisis epidérmica y eritema multiforme).
- Cardiovasculares: se ha notificado la aparición de edema asociada al tratamiento con ibuprofeno. Otras reacciones adversas que se han notificado con menor frecuencia y cuya relación no ha sido necesariamente establecida son:
- Renales: varias formas de nefrotoxicidad, incluyendo nefritis intersticial, síndrome nefrótico e insuficiencia renal. Hepáticas: alteración de la función hepática, hepatitis e ictericia.
- Neurológicas y de los órganos de los sentidos: alteraciones visuales, neuritis óptica, cefalea, parestesias, depresión, confusión, alucinaciones, tinnitus, vértigo, mareo, fatiga y somnolencia. Se han descrito casos aislados de meningitis aséptica reversible al cesar el tratamiento. Su aparición es más probable en pacientes con lupus eritematoso y otras enfermedades del colágeno.
- Hematológicas: trombocitopenia, neutropenia, agranulocitosis, anemia aplásica y hemolítica.
- Dermatológicas: fotosensibilidad (ver Reacciones adversas, Hipersensibilidad para otras reacciones cutáneas).

En caso de sobredosificación aguda, los síntomas que se pueden presentar son náuseas, vómitos, vértigo y, en raras ocasiones, pérdida de conciencia. El tratamiento de la sobredosificación consiste en vaciado del estómago mediante inducción al vómito o lavado gástrico en la primera hora tras la ingesta, alcalinización de la orina y diuresis forzada para facilitar la eliminación y administración de carbón activado para reducir la absorción.

PRESENTACION

- ALGIASDIN Comp. recub. 400 mg
- ALGIASDIN Comp. recub. 600 mg
- ALGIASDIN Comp. retard 600 mg
- DALSY Jar. 100 mg/5 ml
- ESPIDIFEN Sobres 400 mg
- ESPIDIFEN Sobres 600 mg
- NEOBRUFEN Comp. 600 mg
- NEOBRUFEN Grag. 400 mg
- NEOBRUFEN Polvo eferv. 600 mg
- NEOBRUFEN Sup. 500 mg
- SAETIL Sobres 400 mg
- SAETIL Sobres 600

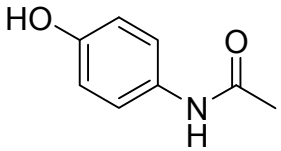
REFERENCIAS

- Medimecum: Medimecum 2005: Guía de terapia farmacológica. 2005. Adis 1048 páginas.

- Davies NM. Clinical pharmacokinetics of ibuprofen. The first 30 years. ***Clin Pharmacokinet*** 1998 Feb **34**:2 101-54.
- Rainsford KD, Roberts SC, Brown S. Ibuprofen and paracetamol: relative safety in non-prescription dosages. ***J Pharm Pharmacol*** 1997 Apr 49:4 345-76.
- Petersen KL, Brennum J, Dahl JB. Experimental evaluation of the analgesic effect of ibuprofen on primary and secondary hyperalgesia. ***Pain*** 1997 Apr **70**:2-3 167-74.
- Evans AM. Pharmacodynamics and pharmacokinetics of the profens: enantioselectivity, clinical implications, and special reference to S(+)-ibuprofen. ***J Clin Pharmacol*** 1996 Dec 36:12 Suppl 7S-15S.
- Moore N, Noblet C, Breemeersch C. Focus on the safety of ibuprofen at the analgesic-antipyretic dose. ***Therapie*** 1996 Jul-Aug **51**:4 458-63.
- Halpern SM, Fitzpatrick R, Volans GN. Ibuprofen toxicity. A review of adverse reactions and overdose. Adverse ***Drug React Toxicol Rev*** 1993 Summer **12**:2 107-28.
- Aycock DG. Ibuprofen: a monograph. ***Am Pharm*** 1991 Jan NS31:1 46-9.
- Busson M J . Update on ibuprofen: review article. ***Int Med Res*** 1986 14:2 53-62.
- Ward JR . Update on ibuprofen for rheumatoid arthritis. ***Am J Med*** 1984 Jul 13 77:1A 3-9.
- Altman RD. Review of ibuprofen for osteoarthritis. ***Am J Med*** 1984 Jul 13 77:1A 10-8 M.

- Kantor TG . Ibuprofen.Ann Intern Med 1979 Dec **91**:6 877-82.
- Huskisson EC, Hart FD, Shenfield GM, Taylor RT. Ibuprofen. A review. ***Practitioner*** 1971 Nov 207:241 639-43.
- Davies EF, Avery GS. Ibuprofen: a review of its pharmacological properties and therapeutic efficacy in rheumatic disorders. ***Drugs*** 1971 **2**:5 416-46.

Paracetamol



$C_8H_9NO_2$, mol wt 151,17

http://www.iqb.es/cbasicas/farma/farma04/p006.htm

DESCRIPCION

El paracetamol es un metabolito de la fenacetina (*), un analgésico muy utilizado antiguamente que, por ser tóxico a las dosis terapeuticas y metabolizado a paracetamol, ya no es utilizado. El paracetamol posee propiedades analgésicas y antipiréticas parecidas a las de la aspirina pero no tiene actividad antiinflamatoria, ni ejerce ningún efecto antiplaquetario. El paracetamol se utiliza en el tratamiento del dolor moderado agudo y crónico, y es considerado como el analgésico de elección por la mayor parte de los autores en los pacientes de más de 50 años. También es el analgésico de elección cuando la aspirina no es bien tolerada o cuando está contraindicada. El paracetamol se viene utilizando desde finales del siglo XIX y se puede adquirir sin prescripción médica.

Mecanismo de acción: se desconoce el mecanismo exacto de la acción del paracetamol aunque se sabe que actúa a nivel central. Se cree que el paracetamol aumenta el umbral al dolor inhibiendo las ciclooxigenasas en el sistema nervioso central, enzimas que participan en la síntesis de las prostaglandinas. Sin embargo, el paracetamol no inhibe las ciclooxigenasas en los tejidos periféricos, razón por la cual carece de actividad antiinflamatoria. El paracetamol también parece inhibir la síntesis y/o los efectos de varios mediadores químicos que sensibilizan los receptores del dolor a los estímulos mecánicos o químicos.

Los efectos antipiréticos el paracetamol tienen lugar bloqueando el pirógeno endógeno en el centro hipotalámico regulador de la temperatura inhibiendo la síntesis de las prostaglandinas. El calor es disipado por vasodilatación, aumento del flujo sanguíneo periférico y sudoración.

Las sobredosis de paracetamol o el uso continuo de este fármaco pueden ocasionar hepatotoxicidad y nefropatía, debidas a un metabolito oxidativo que se produce en el hígado y , en menor grado, en el riñón. Este metabolito se une de forma covalente a las proteínas que contienen azufre, originando una necrosis celular. La depleción de las reservas de un glutation constituye el inicio de la toxicidad hepática del paracetamol. La administración de N-acetilcisteína o metionina reducen la toxicidad hepática, pero no previene la toxicidad renal, en la que juegan un cierto papel los conjugados sulfurados del paracetamol y que se caracteriza por nefritis intersticial y necrosis papilar.

Fármacocinética: después de la administración oral el paracetamol se absorbe rápida y completamente por el tracto digestivo. Las concentraciones plasmáticas máximas se alcanzan a los 30-60 minutos, aunque no están del todo relacionadas con los máximos efectos analgésicos. El paracetamol se une a las proteínas del plasma en un 25%. Aproximadamente una cuarta parte de la dosis experimenta en el hígado un metabolismo de primer paso. También es metabolizada en el hígado la mayor parte de la dosis terapéutica, produciéndose conjugados glucurónicos y sulfatos, que son posteriormente eliminados en la orina. Entre un 10-15% de la dosis experimenta un metabolismo oxidativo mediante las isoenzimas de citrocromo P450, siendo posteriormente conjugado con cisteína y ácido mercaptúrico. Después de una sobredosis, en presencia de malnutrición, o de alcoholismo existe una depleción hepática de los glucurónidos y sulfatos por lo que el paracetamol experimenta el metabolismo oxidativo que es el más tóxico, a través del sistema enzimático CYP2E1 y CYP1A2. También puede ocurrir este metabolito cuando el paracetamol se administra con fármacos que son inductores hepáticos.

En la insuficiencia renal pueden acumularse los metabolitos pero no el fármaco sin alterar.

La semi-vida de eliminación del paracetamol es de 2-4 horas en los pacientes con la función hepática normal, siendo prácticamente indetectable en el plasma 8 horas después de su administración. En los pacientes con disfunción hepática la semi-vida aumenta sustancialmente, lo que puede ocasionar el desarrollo de una necrosis hepática.

INDICACIONES Y POSOLOGIA

Tratamiento del dolor ligero/moderado o fiebre (cefaleas mialgias dolor de espalda dolor dental, dismenorrea, molestias asociadas a los resfriados o gripe, etc.):

Administración oral o rectal:

- Adultos y niños > 12 años: 325-650 mg por vía oral o rectal cada 4-6 horas. Alternativamente, 1.000 mg, 2-4 veces al día. No deben sobrepasarse dosis de más de 1 g de golpe o más de 4 g al día.
- Niños de < 12 años: 10-15 mg/kg por vía oral o rectal cada 4-6 horas. No administrar más de cinco dosis en 24 horas.
- Neonatos: 10-15 mg/kg por kilo por vía oral cada 6-8 horas.

Tratamiento del dolor osteoartrítico:

Administración oral:

- Adultos: la Asociación Americana de Reumatología recomienda el paracetamol como tratamiento de elección para la osteoartritis de la cadera o de la rodilla. El paracetamol en dosis de 4 mg por día por vía oral es igual de efectivo que el ibuprofen en dosis de 1,2 a 2,4 g.

Enfermos con insuficiencia hepática: el paracetamol debe ser utilizado con precaución en pacientes con la función hepática alterada o con historia de sobredosis. No debe utilizarse en pacientes con historia de alcoholismo. Los pacientes con enfermedad hepática estable puede ser tratados con dosis terapéuticas de paracetamol para el alivio de dolores episódicos de corta duración (menos de cinco días).

Pacientes con insuficiencia renal: aunque el paracetamol es el fármaco de elección para el tratamiento del dolor episódico en los enfermos renales, no se recomienda su uso crónico. Las dosis deben ser modificadas en función de la respuesta clínica y de grado de insuficiencia renal.

CONTRAINDICACIONES Y PRECAUCIONES

Los pacientes alcohólicos, con hepatitis vírica u otras hepatopatías tienen un riesgo mayo de una hepatotoxicidad por el paracetamol debido a que la conjugación del fármaco puede ser reducida. La depleción de las reservas de glutation hepático limita la capacidad del hígado para conjugar el paracetamol, predisponiendo al paciente para nuevas lesiones hepáticas. Por lo tanto, en los pacientes con enfermedad hepática estable, se recomienda la administración de las dosis mínimas durante un máximo de 5 días.

Los pacientes no deben automedicarse con paracetamol si consumen más de tres bebidas alcohólicas al día. Se debe sospechar una toxicidad por paracetamol en pacientes alcohólicos con niveles de aminotransferasa superiores a 1000 U/L, debiéndose entonces monitorizar los niveles del fármaco en sangre.

La administración crónica de paracetamol debe ser evitada en pacientes con enfermedad renal crónica. Varios estudios han puesto de manifiesto que existe el riesgo de un desarrollo de necrosis papilar, fallo renal, o enfermedad renal terminal. Igualmente puede ser peligroso el uso de paracetamol cuando se administra para tratamiento de fiebre persistente en niños con malnutrición.

Los pacientes con deficiencia de las G6PD (glucosa-6-fosfato deshidrogenasa) tienen un mayor riesgo de hemólisis.

El paracetamol debe ser utilizado con precaución en los pacientes con asma que muestren sensibilidad a los salicilatos, por haberse detectado broncoespasmos moderados y reversibles cuando se administraron dosis de 1.000 y 1.500 mg. Deben evitarse dosis de más de 1 g en pacientes asmáticos que sean sensibles a la aspirina.

Los síntomas de una infección aguda (dolor, fiebre, etc) puede ser enmascarados durante un tratamiento con paracetamol en pacientes inmunosuprimidos.

Los pacientes no deben automedicarse con paracetamol durante más de cinco días en el caso de los niños y durante más de diez días en los adultos. La fiebre no debe ser tratada con paracetamol durante más de tres días sin consultar al médico.

El paracetamol puede interferir con los sistemas de detección de glucosa reduciendo en 120% los valores medios de la glucosa.

El paracetamol está clasificado dentro de la categoría B de riesgo en el embarazo, para cualquiera de los tres trimestres. Aunque no existen datos que asocien este fármaco con efectos teratogénicos, tampoco se han realizado estudios controlados que demuestren que dicha asociación no existe. Alguna publicación aislada, ha asociado el uso del paracetamol durante el embarazo con un menor peso y talla del feto al nacer. Sin embargo, un estudio prospectivo de 48 casos de sobredosis de paracetamol durante el embarazo no puso de relieve ningún caso de toxicidad fetal directamente asociada al fármaco. La FDA considera el paracetamol como el fármaco de elección durante el embarazo, siempre y cuando su utilización sea estrictamente necesaria.

INTERACCIONES

Los antiácidos y la comida retrasan y disminuyen la absorción oral de paracetamol. Las fenotiazinas interfieren con el centro termoregulador, con lo que su uso concomitante con el paracetamol puede ocasionar hipotermia.

Los agentes que inhiben sistema enzimático CYP2E1 o CYP1A2 pueden, en principio, reducir el riesgo de hepatotoxicidad por el paracetamol al competir con él, reduciendo la generación de metabolitos tóxicos. Algunos fármacos que inhiben dichos isoenzimas son la cimetidina, la claritromicina, la eritromicina, el ketoconazol, algunas quinolonas como la ciprofloxacina y la levofloxacina, el omeprazol y la paroxetina. Sin embargo se desconoce la significación clínica de estas posibles interacciones. Por el contrario, los fármacos que inducen las isoenzimas hepáticas puede incrementar el riesgo de una hepatotoxicidad por los metabolitos del paracetamol. Algunos agentes inductores hepáticos son los barbitúricos, la isoniacida, la carbamazepina, la fenitoina,la rifampina, y el ritonavir. La combinación de isoniacida y paracetamol ha ocasionado graves efectos hepatotóxicos en pacientes y estudios en ratas han demostrado que la administración previa de isoniacida agrava la hepatotoxicidad del paracetamol. También se conocen casos en los que moderadas dosis de paracetamol fueron hepatotóxicas en pacientes tratados con fenobarbital.

No se recomienda el uso concomitante de paracetamol y salicilatos, por estar aumentado el riesgo de una nefropatía analgésica, incluyendo necrosis papilar y enfermedad renal terminal.

El paracetamol es preferible a la aspirina en los pacientes que necesiten un analgésico estando estabilizados con warfarina. Sin embargo el paracetamol también aumenta la respuesta hipoprotrombinémica de la warfarina, aumentando el INR y el riesgo de hemorragias. Se desconoce el mecanismo exacto de esta interacción aunque es posible que sea debida a una competencia entre fármacos por los sistemas enzimáticos que los metabolizan. Se recomienda una estrecha vigilancia si se administra paracetamol a pacientes anticoagulados, en particular cuando se usa en dosis grandes (más de 4 g por día) durante más de diez días.

Las concentraciones plasmáticas de paracetamol aumentan un 50% después de administración de diflunisal, mientras que las concentraciones de este último no son afectadas.

Los pacientes tratados con prilocaina tienen un mayor riesgo desarrollar metahemoglobinemia.

REACCIONES ADVERSAS

El paracetamol es hepatotóxico aunque en la mayor parte de las ocasiones esta toxicidad es el resultado de una sobredosis o de dosis excesivas administradas crónicamente. La hepatotoxicidad inducida por el paracetamol se manifiesta como necrosis hepática, ictericia, hemorragias, y encéfalopatía. Después de una sobredosis, las lesiones hepáticas se manifiestan a los 2 o 3 días. En las 2-3 horas después de la sobredosis se observan náuseas/vómitos, anorexia, y dolor abdominal con elevación de las enzimas hepáticas e hipoprotrombinemia. Pueden producirse hemorragias gastrointestinales secundarias a los bajos niveles de protrombina. La recuperación tiene lugar en cinco a diez días. Los niños tienen menor riesgo de desarrollar hepatotoxicidad, posiblemente debido a su diferente metabolismo.

Los fármacos y agentes que afectan a la función del citocromo P 450 y el alcohol pueden agravar la intoxicación por paracetamol. También se ha sugerido que la administración de dosis elevadas en ayunas puede ser potencialmente hepatotóxica. En caso de sobredosis, el tratamiento de elección es la N-acetilcisteína, que actúa como donador de -SH en sustitución del glutation.

El paracetamol puede producir necrosis tubular renal y nefropatía analgésica crónica, caracterizada por nefritis intersticial y necrosis papilar, sobre todo en pacientes tratados con dosis elevadas (> 4 g/día) de forma crónica, o después de una sobredosis. Es muy infrecuente que el fallo renal tenga lugar sin una hepatotoxicidad. El riesgo de complicaciones renales es mayor en pacientes alcohólicos, y en pacientes con enfermedad renal subyacente incluyendo nefropatía diabética.

Se ha descrito metahemoglobinemia después de dosis elevadas de paracetamol que puede ocasionar hemólisis y por tanto anemia hemolítica, con la correspondiente cianosis de las mucosas, uñas y piel. Los niños son más susceptibles que los adultos para desarrollar esta reacción adversa.

Otros efectos hematológicos comunicados con el paracetamol son neutropenias, leucopenia, trombocitopenia, y pancitopenia.

La reacciones de hipersensibilidad puede manifestarse por urticaria, eritema, rash, y fiebre.

PRESENTACION

- Duorol, comp 500 mg PHARMACIA
- Paracetamol EDIGEN, comp. 500 mg EDIGEN
- Paracetamol ITALFÁRMACO, comp 500 mg ITALFARMACO
- Paracetamol MUNDIGEN, comp 500 mg MUNDIGEN
- Paracetamol WINTROP, comp 500 mg SANOFI-WINTHROP

REFERENCIAS

- Perneger TV, Whelton PK, Klag MJ. Risk of kidney failure associated with the use of acetaminophen, aspirin, and nonsteroidal antiinflammatory drugs. ***N Engl J Med*** 1994;331:1675-9.
- Amadio P. Peripherally acting analgesics. ***Am J Med*** 1984;77:17-26.
- Miller RP, Roberts RJ, Fischer LJ. Acetaminophen elimination kinetics in neonates, children, and adults. ***Clin Pharmacol Ther*** 1976;19:284-94.
- Tolman KG. Hepatotoxicity of non-narcotic analgesics. ***Am J Med*** 1998;105:13S-19S.
- Bradley JD, Brandt KD, Katz BP, et al. Comparison of antiinflammatory dose of ibuprofen, an analgesic dose of ibuprofen and acetaminophen in the treatment of patients with osteoarthritis of the knee. ***N Engl J Med*** 1991;325:87-91.
- Hamalainen ML, Hoppu K, Vlakeila E, et al. Ibuprofen or acetaminophen for the acute treatment of migraine in children: a double-blind, randomized, placebo-controlled, crossover study. ***Neurology*** 1997;48:103-7.
- Benson GD. Acetaminophen in chronic liver disease. ***Clin Pharmacol Ther*** 1983;33:95-101.
- Heubi JE, Barbacci MB, Zimmerman HJ. Therapeutic misadventures with acetaminophen: hepatotoxicity after multiple doses in children. J ***Pediatr*** 1998:132:22-7.
- Settipane RA et al. Prevalence of cross-sensitivity with acetaminophen in aspirin-sensitive asthmatic subjects. ***J Allergy Clin Immunol*** 1995;96:480-5.
- Hylek EM, Heiman H, Skates SJ et al. Acetaminophen and other risk factors for excessive warfarin anticoagulation. ***JAMA*** 1998;279:657-62.
- Shek KLA, Chan LN, Nutescu E. Warfarin-acetaminophen drug interaction revisited. ***Pharmacotherapy*** 1999;19:1153-8.
- Pirotte JH. Apparent potentiation by phenobarbital of hepatotoxicity from small doses of acetaminophen. A***nn Intern Med 1984***;101:403.
- Floren CH, Thesleff P, Nilsson A. Severe liver damage caused by therapeutic doses of acetaminophen. ***Acta Med Scand*** 1987;222:285-8.
- Hutchinson DR, Schilds AF, Parke DV. Liver function in patients on long-term paracetamol (co-proxamol) analgesia. ***J Pharm. Pharmacol***. 1986;38:242-3.
- Whitcomb DC, Block GD. Association of acetaminophen hepatotoxicity with fasting and ethanol use. ***JAMA*** 1994;272:1845-50.
- Perneger TV, Whelton PK, Klag MJ. Risk of kidney failure associated with the use of acetaminophen, aspirin, and nonsteroidal antiinflammatory drugs. ***N Engl J Med*** 1994;331:1675-9.
- McElhatton PR, Sullivan FM, Volans GN, Fitzpatrick R. Paracetamol poisoning in pregnancy: an analysis of the outcomes of cases referred to the Teratology Information Service of the National Poisons Information Service**. *Hum Exp Toxicol.*** 1990 May;9(3):147-53.

Nom del fitxer: CAS 2_BUSCANT EL CULPABLE 2010_2011_corr.doc
Directori:
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: 19/01/2012 15:05:00
Número de canvi: 7
Desat la darrera vegada el: 20/01/2012 10:47:00
Desat la darrera vegada per: marta_payero
Temps total d'edició: 8 Minuts
Imprès la darrera vegada el: 20/01/2012 10:56:00
A partir de l'última impressió completa
Nombre de pàgines: 115
Nombre de paraules: 26.212 (aprox.)
Nombre de caràcters: 149.412 (aprox.)

Universitat de Girona

CAS 3
UNA CURIOSA SURGÈNCIA D'AIGUA

TÈCNIQUES CIENTÍFIQUES INTEGRADES II

ÍNDEX

1. ORGANITZACIÓ DE LES PRÀCTIQUES CAS 3 5

2. ESTRUCTURA DEL PROJECTE 7

3. SORTIDA DE CAMP 9

4 . CARACTERITZACIÓ BIOLÒGICA 29

5. CARACTERITZACIÓ QUÍMICA 55

6 ANNEX. Utilització de sondes de portàtils 71

1. ORGANITZACIÓ DE LES PRÀCTIQUES

Dilluns:

Taula rodona en què els invitats són els alumnes que hagin preparat el tema següent:

Surgències d'aigua: Origen de les surgències d'aigua o fonts. Relació fisicoquímica de les aigües surgents amb la geologia del sòl. Exemples de fonts de les nostres contrades i explicació de l'origen i les característiques químiques (composició) segons la seva procedència.

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.

Un cop finalitzades les presentacions, a la mateixa aula es prepararà la sortida de camp de dimarts. ÉS MOLT IMPORTANT l'organització de cada grup en la presa de mostres.

A més, en aquesta sessió, el professor assignarà als alumnes (en grups de 2) el perfil al llarg del rierol que caldrà presentar i interpretar a la sessió de divendres. Es tracta que per a cadascun dels paràmetres estudiats els alumnes interpretin els canvis que es produeixen al llarg del rierol (vegeu la sessió de divendres).

Dimarts:

Dimarts al matí es farà la sortida de camp per estudiar *in situ* les característiques de la surgència i prendre'n una mostra per posteriorment fer les anàlisis requerides al laboratori. El bus sortirà a les 9.00 h del matí de davant la facultat. Es prega puntualitat.

Per a la sortida cal **portar la llibreta**, **guió de pràctiques**, **guants de làtex**, **calculadora** i **càmera de fotografies** per il·lustrar les característiques de l'emplaçament objecte d'estudi. Per la dificultat en la presa de mostres es recomana **portar algun plàstic o similar** (ex. **bossa d'escombraries gran**) per evitar embrutar-se. D'altra banda, des del punt de vista organitzatiu es formaran dos grups.
La sessió pràctica consta de dues activitats:

a) Un recorregut pels voltants de la surgència per estudiar-ne la geologia i relacionar-la amb les característiques de la surgència.
b) Una caracterització visual i presa de mostres a la font (surgència) i rierol.

Els **grups imparells** (1, 3, 5, 7...) començaran per l'activitat *a* i un cop finalitzada passaran a l'activitat *b*.

Els **grups parells** (2, 4, 6, 8...) començaran per l'activitat *b* i un cop finalitzada passaran a l'activitat *a*.

Dimecres i dijous:

En aquestes dues sessions pràctiques hi haurà una **prova escrita (prelab)** abans de començar la pràctica referent al contingut d'aquella sessió.

Les sessions pràctiques d'aquests dies es duran a terme en diferents laboratoris per processar les mostres recollides en la sortida de camp. És important comprovar a quin laboratori es durà a terme cada sessió i preparar bé la pràctica a partir del guió. Durant la pràctica, igual com el primer dia, el professor comprovarà l'assistència de tots els alumnes i si tothom porta el material necessari per fer les pràctiques. També per a cada sessió pràctica el professor valorarà les habilitats i destreses que va adquirint l'alumne i també l'aptitud.

En finalitzar cada sessió, cada alumne haurà analitzat una mostra diferent. CAL RECOLLIR LES DADES DE LA RESTA DE COMPANYS PER PODER ELABORAR L'INFORME FINAL.

Divendres:

En aquest cas i per la complexitat de la temàtica, la sessió es dedicarà a discutir els canvis que tenen lloc al llarg del rierol a partir de les dades analitzades, prèviament a l'elaboració de l'informe final. Per parelles, es presentarà gràficament en una transparència en Power Point com evoluciona un dels paràmetres al llarg del rierol i es faran les hipòtesis corresponents. El paràmetre per estudiar en aquesta sessió serà assignat a cada alumne en la sessió de dilluns. Es tracta que a partir de tot el grup s'aconsegueixi explicar la dinàmica i les interrelacions dels processos que tenen lloc (fisicoquímics i biològics). Aquesta anàlisi ajudarà a elaborar el projecte que es demana.

Preparació i lliurament del projecte:

A partir de les dades de camp i de laboratori, i també de les observacions *in situ*, cal desenvolupar el projecte seguint el model presentat en l'apartat 3. ESQUEMA DEL PROJECTE. És important il·lustrar-ho amb gràfics, taules i imatges pròpies.

La data límit de lliurament és el **divendres corresponent a <u>dues</u> setmanes després d'haver realitzat la setmana de pràctiques**. Cal presentar el fitxer en pdf o Word i penjar-lo dins l'assignatura de la meva UdG en el lliurament corresponent (informe CAS 3). 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 (Word o pdf) ha de tenir el format de nom següent:

(*número grup)*CognomsNom_CAS1.pdf

Exemple: 02MartiPaleJordi_Cas1.pdf

La capacitat màxima del fitxer ha de ser de 5 Mb.

2. ESTRUCTURA DEL PROJECTE

Portada

Inclou:

Títol del treball: PROJECTE/ESTUDI SOBRE...

Nom i cognoms de l'alumne:

DNI:
Grup:
Data de lliurament:

1. Motiu de l'estudi

En aquest apartat cal descriure les característiques visuals de l'emplaçament, les quals es poden il·lustrar mitjançant fotografies pròpies. I a partir de la descripció cal plantejar l'objectiu de l'estudi.

mitja pàgina

2. Metodologia d'estudi

Descripció general del mostreig de camp (explicar el nombre de mostres recollides, el punt on es recullen les mostres, l'anàlisi que es farà a cada mostra...). Es pot fer un petit esquema dels punts de mostreig.

Tot seguit, per a cada paràmetre analitzat, cal descriure la metodologia utilitzada tant al camp com al laboratori, per exemple:

pH: mesurat *in situ* mitjançant una sonda portàtil marca xx model xxx (si teniu error doneu-lo també).

Fe: la mostra, sense tractament previ i conservada a temperatura ambient, ha estat mesurada 1 o 2 dies després del mostreig. La metodologia s'ha basat en...

Recordeu que no cal descriure aquí tot el procediment experimental, sinó la tècnica utilitzada per a les mesures i les característiques més importants.

mitja pàgina (sense tenir en compte taules, gràfics, fotos, etc.)

3. Zona d'estudi

Situació geogràfica
Cal fer una breu explicació per situar geogràficament la surgència. D'una banda, aquesta informació ha de fer referència a l'aspecte purament administratiu: comarca, municipi, veïnat o altres dades que puguin tenir interès, com per exemple coordenades geogràfiques o proximitat a nuclis de població. També cal situar-la en l'aspecte físic regional: entre quines unitats de relleu se situa la zona d'estudi (sistemes muntanyosos, depressions, valls) i més detalladament quines unitats fisiogràfiques estan presents a l'entorn de la font (serres, planes, rius). A més, cal explicar com s'arriba a la font. Cal adjuntar en aquest apartat el mapa topogràfic del guió de pràctiques.

Marc geològic
S'ha de dir quines unitats morfoestructurals configuren la geologia regional de la zona, quins tipus de roques i/o sediments les conformen, quina és la seva distribució cartogràfica i quina disposició estructural mostren a grans trets. També cal fer esment de les principals estructures geològiques presents, especialment grans falles, indicant-ne l'orientació, cabussament, salt en vertical, acotació temporal de la seva activitat (si es coneix), així com processos geològics que hi puguin estar directament relacionats. Cal adjuntar un mapa geològic de la zona.

Context geològic de la surgència
S'ha de comentar quina és la geologia de l'entorn immediat de la font. Raonar (encara que sigui de manera preliminar) per què es troba una surgència aquí, i quin pot ser l'origen de les aigües que hi emergeixen. Es pot aportar una hipòtesi sobre el circuit que segueixen aquestes aigües al nivell subterrani. També s'hi pot incloure informació general sobre com són les aigües a la font, quin recorregut segueixen, i quins materials es formen com a resultat de la seva circulació. Això s'ha d'acompanyar amb un tall geològic de síntesi.

Una pàgina (sense tenir en compte taules, gràfics, fotos, etc.)

4. Caracterització de la font de Can Verdaguer

En aquest apartat es presenta l'evolució dels diferents paràmetres estudiats al llarg del rierol. Cal explicar quina tendència general es veu i les hipòtesis d'aquest comportament. També cal incloure-hi els càlculs (si n'hi ha hagut), etc. Fixeu-vos que el lector ha de ser capaç de seguir les evidències, així que sol ser molt important en aquest tipus de treball l'ordre en què aneu presentant els resultats i els aneu discutint.

Dues pàgines (sense tenir en compte taules, gràfics, fotos, etc.)

5. Conclusions i propostes

En aquest apartat s'inclourà un resum del que creieu més rellevant de l'estudi, i en el cas que ho cregueu convenient, propostes sobre nous estudis per confirmar les hipòtesis, per comprovar els resultats, etc.

Girona, ... de ..... de 20.....

Nom i cognoms

Signatura

3. SORTIDA DE CAMP

En aquesta sessió de pràctiques de camp esbrinarem qualitativament els factors que determinen les característiques físiques, químiques i biològiques de la font Groga o de Can Verdaguer i entendrem la seva ubicació a partir del seu origen hidrogeològic. La pràctica es desenvolupa utilitzant les tècniques més bàsiques de reconeixement geològic al camp, l'anàlisi cartogràfica, l'estudi de detall d'un aflorament, la presa de mostres de sediment i d'aigua per a anàlisis posteriors i la mesura amb sondes del pH, O_2 dissolt, conductivitat i temperatura.

3.1. HORARI PREVIST (dimarts)

Grups senars (1 i 3, 5 i 7, 9 i 11…): INICI A L'AFLORAMENT

SORTIDA (molt puntual): 9.00 h

Arribada a l'aflorament de la carretera d'Argelaguet: 9.40 h
Pràctica d'orientació i topografia: 9.40 h a 10.10 h
Aflorament de cal Bort (desplaçament i pràctica): 10.10 h a 11.30 h
Desplaçament amb autocar a la font (on l'autocar recull el grup parell)
Pràctica de presa de mostres a la font Groga: 11.50 h a 13 h
L'autocar espera al cementiri. Sortida cap a l'aflorament i després cap al campus

Grups parells (2 i 4, 6 i 8, 10 i 12…): INICI A LA FONT

SORTIDA (molt puntual): 9.00 h

Arribada a la font: 9.50 h
Pràctica d'orientació i topografia: 9.50 h a 10.20 h
Pràctica de presa de mostres a la font Groga: 10.20 h a 11.45 h
Desplaçament amb autocar a l'aflorament. L'autocar retorna al cementiri
Aflorament de cal Bort (desplaçament i pràctica): 11.55 h a 13.10 h
Sortida cap al campus

3.2. NORMES BÀSIQUES

A l'aflorament:

- Respectar l'entorn
- Mantenir-se a la vora de la carretera
- No enfilar-se pel talús

A la font:

- Respectar l'entorn
- No posar-se de peus al rec d'aigua
- Portar un plàstic per a la presa de mostres estirat a terra
- Portar un retolador per marcar les mostres

3.3. OBJECTIUS

L'objectiu de la pràctica és familiaritzar-se amb el material i el procediment de treball geològic de camp més bàsic, i també el treball de camp de recollida de mostres per fer estudis de quimisme i altres paràmetres mesurables, i de la microflora i microfauna presents.

En el procediment geològic es treballarà:

- orientació mitjançant la brúixola i el receptor GPS
- interpretació de mapes topogràfics i geològics
- procediment de treball d'un aflorament
- ús de martells i lupes de camp

En el procediment de recollida de mostres es treballarà:

- recollida de mostres d'aigua per a estudis de quimisme
- recollida de mostres de sediment per a estudis biològics, amb xeringa
- recollida de mostres de sediment per a estudis químics, amb xeringa
- utilització de sondes per prendre mesures de pH, O_2 dissolt, conductivitat i altres paràmetres
- mesura de la velocitat del corrent

3.4. MATERIAL

Aparells	Material	Material propi dels alumnes
Brúixola Receptor GPS Sonda de pH Sonda de conductivitat Sonda d'oxigen dissolt i temperatura	Armilles reflectants Lupa de camp Martell de geòleg Mapa topogràfic Mapa geològic Transportador d'angles Escaire Xeringues de 10 ml tallades Envasos estèrils per a la recollida de mostres de 100 ml Cinta mètrica Neveres per a mostres Proveta de 2 L Cronòmetre	Retolador per marcar les mostres Calculadora Bossa de plàstic per a la presa de mostres estirat a terra Càmera de fotos Guió de pràctiques

3.5. PASSOS A SEGUIR

A la font:

- Recórrer tot el rierol i anotar qualsevol tipus de variació.
- Nomenar un responsable per grup que estiri la cinta mètrica.
- Un grup (15) es posarà a un costat del rierol per fer les mesures i els altres 15 a l'altre costat.
- Agafar la mostra d'aigua i sediment. S'ha d'insistir que cal etiquetar-ho molt bé perquè no hi hagi confusions. Finalment les mostres s'han de posar en neveres.
- Mesurar amb sondes el pH, O_2 dissolt, conductivitat i temperatura. Cal fer molta atenció a les unitats de mesura, i apuntar les dades correctament.
- Quan tothom acabi, mesurar el cabal de la font amb la proveta de 2 L.

A l'aflorament:

- Localitzar amb la brúixola i el GPS.
- Primer caldrà fer una visió de conjunt de l'aflorament, una observació des d'una distància adient (uns metres, des de l'altra banda de la carretera) per copsar diferents materials i determinar-ne l'estructura i disposició.
- Seguidament, cal acostar-s'hi fins a pocs centímetres per estudiar-lo en detall, intentant identificar minerals, fòssils i altres elements d'interès.
- Un cop observat, dibuixar un tall de l'aflorament indicant-ne l'orientació i l'escala, el qual ha de donar informació sobre el tipus de roques i altres components com minerals o fòssils, així com l'estructuració dels materials en unitats, formades per capes o no, i la seva situació a l'espai, la presència de diàclasis, falles, etc.
- Discussió: a partir de les dades geològiques, justificar la presència de la surgència i les seves característiques químiques principals amb relació a la geologia de la zona.

3.6. PRESA DE MOSTRES

A la font Groga o de Can Verdaguer es recolliran mostres que es treballaran a les pràctiques de biologia i de química.

Se situarà els alumnes a banda i banda del rec, segons el grup de pràctiques al qual pertanyen, cadascú separat 4 metres del seu veí, i a partir de la mostra de 8 a 4,5

metres i numerats de l'1 al 15, des de les proximitats de la font fins a l'estanyol, tal com es pot veure en la Figura 3.1 adjunta.

El primer que s'ha de fer al camp és OBSERVAR i CARACTERITZAR el que es mostrejarà. Per això és important que s'apuntin totes les característiques que visualment puguin servir de referència en el moment de caracteritzar biològicament la font: característiques del sediment/bentos que es mostreja (color, duresa, consistència), tram del rec...

En segon lloc i mitjançant una xeringa utilitzada com a èmbol (abans se n'haurà tallat la part de dalt), es recolliran mostres de bentos de diferents punts de la llera del riu (vegeu el dibuix adjunt). Cada alumne recollirà una mostra de sediment, que acabarà compartint amb l'alumne del costat, perquè una mostra serà per fer l'anàlisi química i l'altra per fer la biològica. Aquestes mostres es conservaran en pots de plàstic, en fresc i (MOLT IMPORTANT) protegides de la llum perquè es puguin analitzar al laboratori.

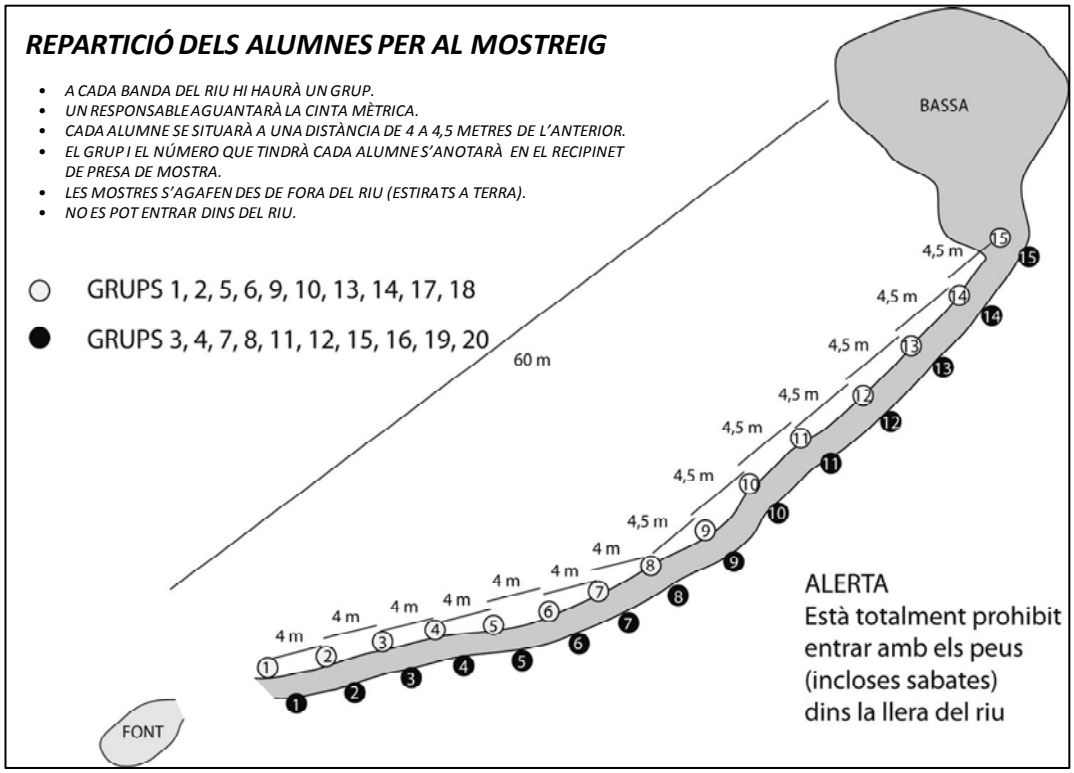


Figura 3.1. Esquema de la distribució dels alumnes al rierol

Es recolliran mostres d'aigua amb els envasos estèrils per a la recollida de mostres de 200 ml, de 2 en 2 (1-2, 3-4, 5-6, etc.).

Es recolliran dues mostres de sediment, cadascuna amb una xeringa de 10 ml, una per a biologia i l'altra per a química. També serà de dos en dos (1-2, 3-4, 5-6, 7-8, 9-10…). Un alumne recollirà la mostra per a l'estudi biològic i l'altre la mostra per a l'estudi químic. És molt important apuntar el volum exacte recollit (que pot estar entre 5 i 10 ml).

Com s'agafa la mostra de sediment:

S'ha de tallar la punta de la xeringa perquè quedi oberta tota la secció cilíndrica.
Per prendre la mostra s'ha d'enfonsar la xeringa per la part que queda oberta, i estirar l'èmbol, tapar la part oberta amb un portaobjectes, i ja podem treure la mostra. La mostra s'aboca en un envàs estèril petit.

És important saber la secció de la xeringa perquè amb la mostra es determinaran les algues que hi ha a la superfície del sediment i la quantificació es fa per unitat de superfície.

Les mostres s'han de retolar amb el grup i el número i nom dels alumnes.

Les mostres es guardaran en neveres, de les qual n'hi haurà una per a les mostres d'aigua, una altra per a les mostres de sediment per a les pràctiques de biologia i una darrera per a les mostres de sediment per a les pràctiques de química.

3.7. PROCEDIMENT DE TREBALL

Situació cartogràfica

Per situar la vostra posició en un mapa per triangulació a partir de dues referències conegudes al terreny i mitjançant una brúixola, heu de procedir de la manera següent (Figura 3.2):

a) Identifiqueu dos elements del paisatge que pugueu localitzar fàcilment al mapa topogràfic adjunt.
b) Feu coincidir la fletxa de direcció amb l'agulla imantada que marca el nord (vermella).
c) Orienteu la fletxa de direcció cap a un dels punts coneguts; així podeu saber l'angle entre aquest punt i el nord.
d) A partir de l'angle obtingut, dibuixeu al mapa una recta que passi pel punt de referència. La vostra posició es trobarà al llarg d'aquesta línia.
e) Repetiu l'operació amb l'altre punt de referència, i a la intersecció de les dues rectes trobareu el punt d'observació cercat.

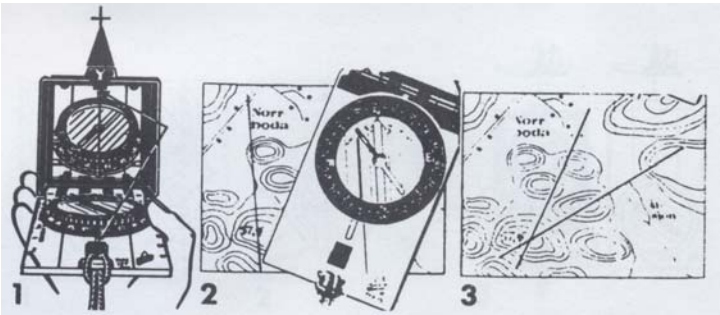


Figura 3.2. Procediment per situar una posició en un mapa per triangulació: 1.- b) i c), 2.- d) i 3.- e))

Avui en dia, els dispositius GPS permeten determinar una posició en un mapa amb més rapidesa. Agafeu el receptor GPS, preneu les coordenades UTM, i a partir

d'aquestes torneu a marcar la vostra posició al mapa. Per fer això heu de marcar una fita (*waypoint*).

En el cas que el punt d'observació sigui a la carretera d'Argelaguet, situeu al mapa topogràfic la surgència sabent que és a 2 km del punt d'observació en direcció N45ºW.

En el cas que el punt d'observació sigui el cementiri, situeu al mapa topogràfic la surgència sabent que és a 0,3 km del punt d'observació en direcció N60ºW.

Tot seguit, ubiqueu la surgència al mapa geològic adjunt (podeu ajudar-vos de les coordenades UTM) i indiqueu els diferents materials i estructures geològiques que creieu que poden afectar-la.

Estudi d'un aflorament

L'estudi dels afloraments és la base per estudiar els materials que formen l'escorça de la Terra. En l'aflorament hi trobem, generalment, a la part alta la capa de vegetació, a continuació un nivell de materials constituït tant per matèria orgànica procedent de la degradació de la vegetació com per matèria mineral procedent de l'alteració de les roques. Aquest nivell que suporta la vegetació l'anomenem *sòl*. Per sota del sòl parlem del subsòl en sentit ampli integrat per les formacions rocoses.

Per estudiar un aflorament cal dirigir les observacions del més gran al més petit, començant per allò més general fins als detalls. Així, primer caldrà tenir una visió de conjunt de l'aflorament, una observació des d'una distància adient (uns metres) per copsar diferents materials i determinar-ne l'estructura i disposició. Seguidament, cal acostar-s'hi fins a pocs centímetres per estudiar-lo en detall, intentant identificar minerals, fòssils i altres elements d'interès. Podeu ajudar-vos de la lupa de camp, que es col·loca a tocar de l'ull i a continuació hi acostem la roca a observar, o bé ens atansem a l'aflorament si no disposem de cap mostra trencada.

Aflorament de Sant Bartomeu (cal Bort)

Un cop l'heu observat, dibuixeu un tall de l'aflorament indicant-ne l'orientació i l'escala. Tingueu en compte que un bon estudi de l'aflorament ens ha de permetre obtenir la informació necessària per interpretar la formació del subsòl. Per això, el tall ha de donar informació sobre:

- Els tipus de materials: roques presents i altres components com minerals o fòssils.
- L'estructuració dels materials en unitats, formades per capes o no, i la seva situació a l'espai, presència de diàclasis, falles, etc.

> *Són totes les roques que observeu iguals? De quin tipus són? I quines característiques principals presenten?*
>
> *Basant-vos en el mapa geològic de la zona, i el tipus de roques de què es tracta, de quina edat creieu que són?*
>
> *Hi ha alguna relació entre l'estat dels minerals i les estructures dominants a l'aflorament?*

Discussió

A partir de la informació estreta del mapa geològic i de les observacions fetes a l'aflorament, justifiqueu la presència de la surgència i també les seves característiques químiques principals amb relació a la geologia de la zona. Podeu ajudar-vos d'un dibuix.

3.8. ESQUEMA DEL PROCÉS EXPERIMENTAL

3.9. ANOTACIONS

3.10. RECULL DE DADES

PRÀCTICA: CAS 3	NOM: …… GRUP: ……..…
	Pràctica de camp

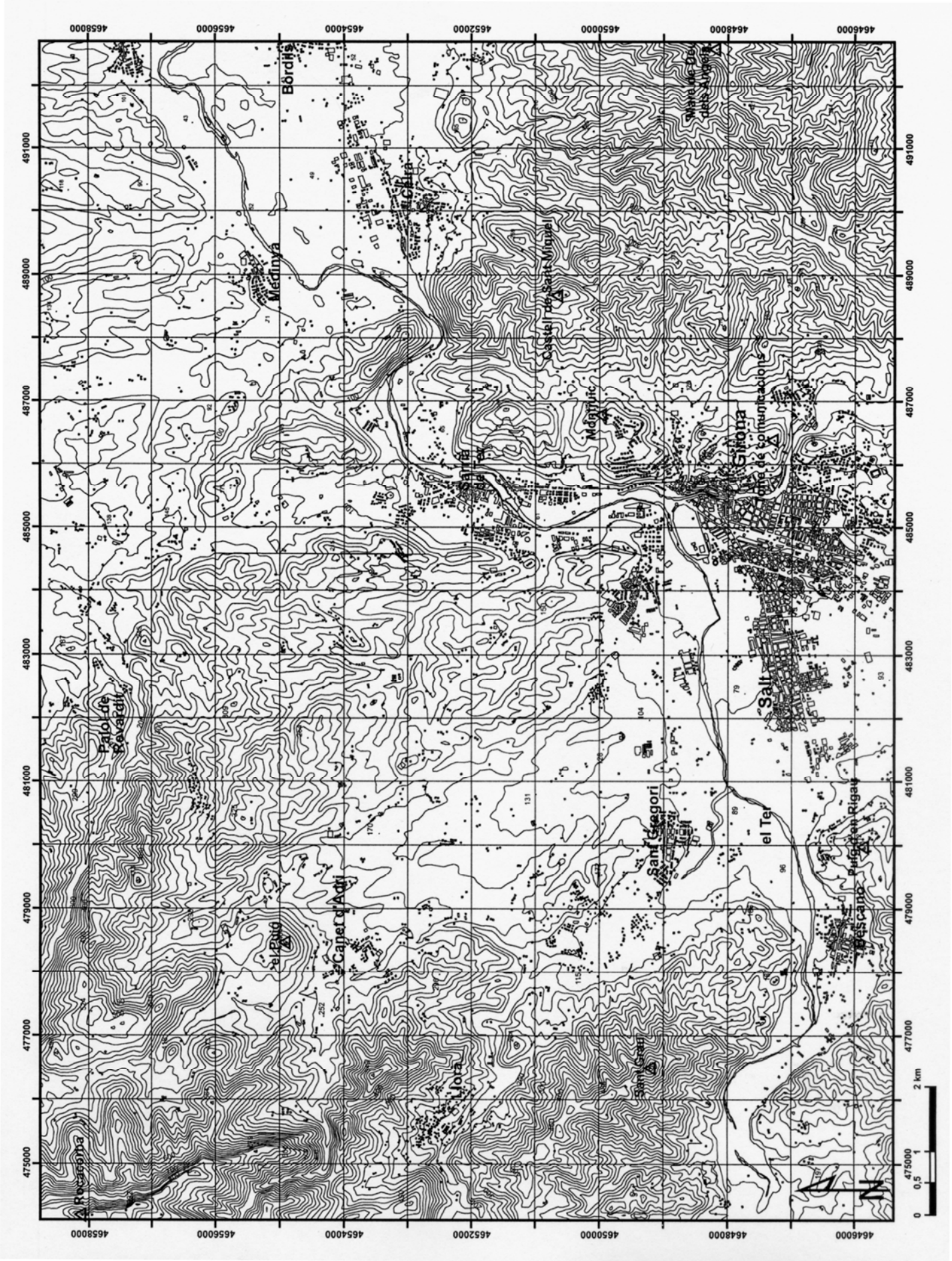
Situació cartogràfica

Marqueu la vostra situació al mapa topogràfic adjunt, utilitzant el mètode de triangulació mitjançant la brúixola i amb el receptor GPS.

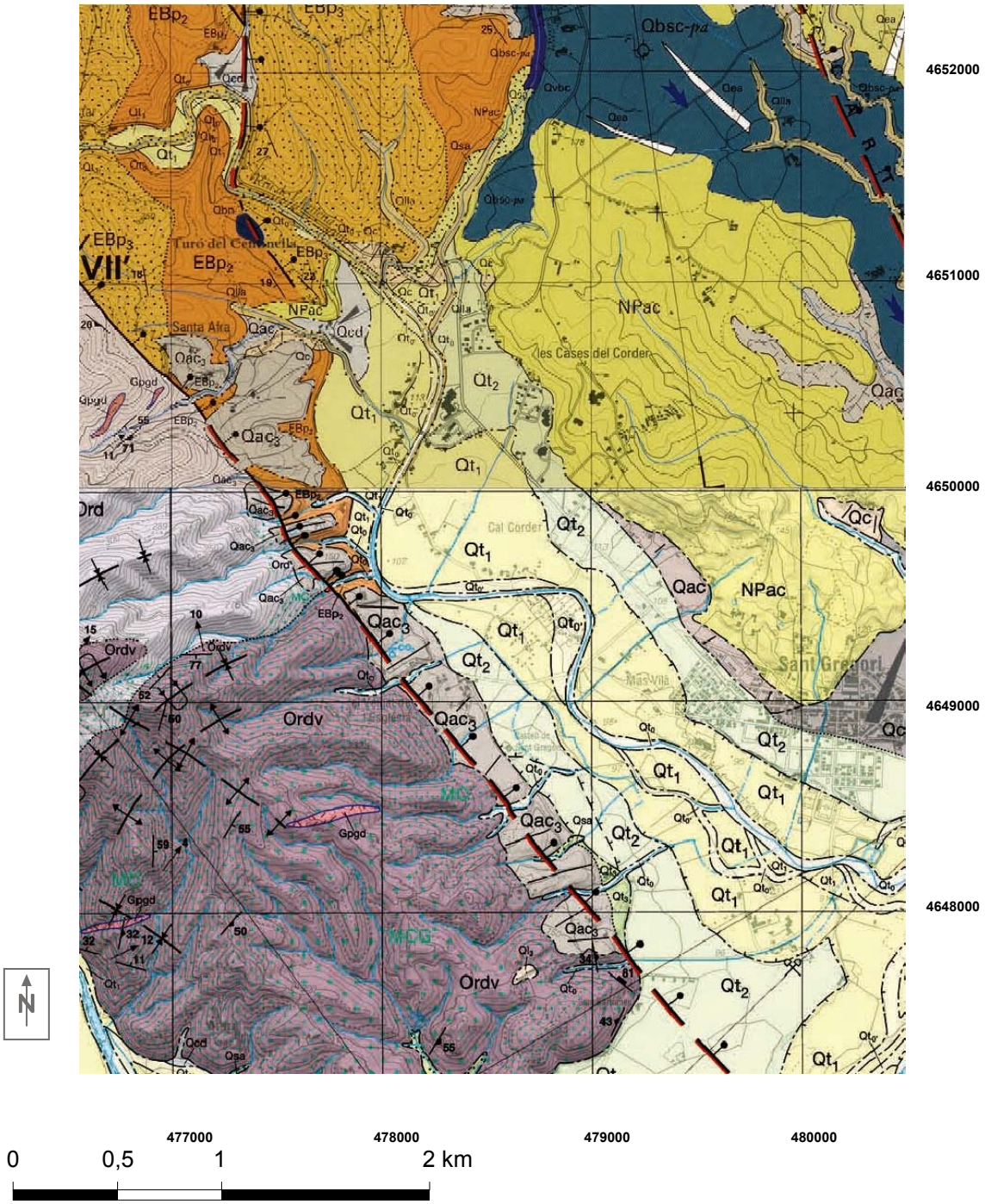
Coordenades UTM:	Segons triangulació	Segons GPS
	X:	X: .....
	Y:	Y: .....

Calculeu l'escala numèrica del mapa. Tot seguit marqueu la vostra situació i la de la surgència al mapa topogràfic i al mapa geològic ajudant-vos de les coordenades UTM.

Indiqueu els diferents materials i estructures geològiques que creieu que poden afectar la surgència.


Bordils
Medinya
Santa Pau
Castell de Sant Miquel
Mont-ric
Girona
Palol de Revardit
Salt
Sant Gregori
el Ter
Canet d'Adri
el Rio
Llora
Sant Grau
Rocagorga
Pujol en Rigau
Escala
N
0 0,5 1 2 km

Mapa geològic:



Llegenda: Qac: argiles amb sorres i llims. Quaternari. **Qt$_{(n)}$:** graves amb sorres. Terrasses del Ter i afluents. Quaternari. **Qbsc-pa:** colades volcàniques. Quaternari. **NPac:** argiles, sorres i graves. Pliocè. **EBp$_{(n)}$:** gresos, conglomerats, calcàries i margues. Eocè. **Gpgd:** roques ígnies intrusives. Paleozoic. **Ordv:** granitoides i roques metamòrfiques. Paleozoic

Contacte concordant — Falla normal — 11 Cabussament de l'estratificació
Contacte discordant — Eix anticlinal — Cabussament horitzontal
Contacte intrusiu — Eix sinclinal — Flux de colada — Font — Pedrera

Estudi de l'aflorament

Dibuixeu un tall geològic esquemàtic (no una foto) de l'aflorament de cal Bort, indicant-ne l'orientació i l'escala aproximada, i afegint-hi una llegenda.

Són totes les roques que observeu iguals? De quin tipus són? I quines característiques principals presenten?

Basant-vos en el mapa geològic de la zona, i el tipus de roques de què es tracta, de quina edat creieu que són les roques d'aquest aflorament?

Hi ha alguna relació entre l'estat dels minerals i les estructures dominants a l'aflorament?

Observacions de camp a l'entorn de la font

Apunteu quines característiques té l'aigua al punt de surgència. Anoteu també les observacions relatives a les característiques geològiques, químiques i biològiques que s'observen al llarg del recorregut del rierol, fins a arribar a la bassa.

Recull de paràmetres mesurats a la font

Punt de mostreig:

Alumne: Data:

Condicionants meteorològics:

Punt de mostreig (posició i distància):

Característiques del punt de mostreig:
Sediment:

Biologia:

Mostra d'aigua: Volum (ml): Referència:

Mostra de sediment: Volum (ml): Referència:

Paràmetres mesurats:
Conductivitat (µS/cm):

Oxigen dissolt (mg/l):

pH:

Temperatura (ºC):

Cabal de la font (l/h):

Síntesi de dades del grup

Posició	Conduct. µS/cm	O_2 diss. Mg/l	pH	Temp. ºC	Caract. sediment	Caract. biològiques

3.11. ANNEX. INTRODUCCIÓ A LA CARTOGRAFIA

Material cartogràfic

Un mapa és un gràfic que representa, de manera reduïda, qualsevol aspecte de la Terra utilitzant una sèrie de signes convencionals que permeten emmagatzemar una gran quantitat de dades. És una font d'informació important i resulta imprescindible en moltes disciplines científiques.

Perquè qualsevol tipus de mapa sigui útil, ha d'estar confeccionat a **escala**. La representació de qualsevol objecte o part de la superfície de la Terra es fa molt sovint disminuint-ne les dimensions. El grau de reducció utilitzat, en comparació de les dimensions reals, es denomina *escala* i es defineix com la relació entre una distància qualsevol mesurada en un mapa i el seu equivalent a la realitat.

Hi ha dues maneres d'indicar l'equivalència entre les distàncies sobre un mapa i les distàncies reals. La primera és l'anomenada *escala numèrica*, que s'expressa com un quocient (p. ex. 1/50 000 o 1:50 000) i on el numerador sempre val la unitat i el denominador ens indica la xifra que hem de multiplicar per obtenir una distància real a partir d'una mesura en el mapa. La segona és l'*escala gràfica*, una línia recta dividida en segments, sobre els límits dels quals apareixen xifres (normalment en m o km). La longitud dels segments representa les distàncies sobre el mapa, mentre que els dígits indiquen la seva equivalència a la realitat.

En molts mapes podem observar una sèrie de línies perpendiculars entre elles. Representen la quadrícula UTM, un conjunt de línies que faciliten l'obtenció de les coordenades UTM. La xarxa de coordenades UTM és rectangular i cada divisió correspon a 1 km. A diferència de les coordenades geogràfiques, les UTM són coordenades cartesianes com les d'ús més habitual en matemàtiques, on un punt es defineix amb dos valors, Y a l'eix de les ordenades i X al d'abscisses. La primera indica els metres que disten de l'equador i el valor X, els metres que disten del meridià central de la zona a la qual correspon el mapa. Al meridià central se li assigna el valor de 500.000 mE. Aquest sistema de projecció és el recomanat per la International Association of Geodesy per unificar la cartografia mundial.

Mapa topogràfic

Els mapes topogràfics són representacions gràfiques del relleu de zones d'una extensió reduïda per les quals la Terra pot ser considerada "plana". Sovint els mapes topogràfics no es limiten a la simple representació de les formes de la superfície. Inclouen, a més, tota mena d'informacions d'elements naturals i artificials: cursos d'aigua, llacs, assentaments urbans, vies de comunicació, construccions, tipus de vegetació, límits administratius, etc.

Així, en un mapa topogràfic es poden diferenciar:

- Les dades topogràfiques, que representen gràficament el relleu.
- Les dades planimètriques, que recullen la resta d'elements representats.

Mapa geològic

Un mapa geològic és la representació sobre una base topogràfica dels diferents tipus de roques que afloren (que es troben en superfície) en una regió, i també de la seva disposició a l'espai i les relacions existents entre elles (tipus de contactes). És la manera que té el geòleg de guardar ordenadament les seves observacions del terreny.

Qualsevol mapa, per ser entenedor, ha d'anar acompanyat d'una llegenda que expliqui el significat de tots els elements utilitzats en la representació cartogràfica (colors, símbols, trames, etc.). És per això que, en principi, llegir un mapa hauria de ser tan fàcil com llegir una novel·la.

La primera cosa que cal interpretar són els colors (moltes vegades substituïts per trames). Cada color representa un conjunt de roques d'una determinada edat i litologia. El significat de cada color es pot localitzar a la llegenda del mapa, on es troben ordenats segons la seva edat, de més antic (a baix) a més modern (a dalt). Moltes vegades, per tal d'evitar problemes de lectura i no confondre un color amb un altre de to semblant, s'assigna un codi (lletres i nombres) a cada color. A la llegenda també es dóna una descripció del tipus de roques que integren cada unitat litològica.

Aparells d'orientació

Brúixola

Una brúixola és un aparell de mesura que serveix per determinar qualsevol direcció de la superfície terrestre per mitjà d'una agulla imantada lliure que sempre s'alinea amb el camp magnètic terrestre. Cal tenir en compte que l'agulla imantada d'una brúixola ens indicarà el nord magnètic terrestre, que no coincideix amb el nord geogràfic. L'angle que formen aquests dos nords s'anomena *declinació magnètica*, i el seu valor és variable tant en el temps com d'un lloc a un altre. Actualment, a la ciutat de Girona presenta un valor de 0º 2'W amb una variació de 0º 6'E anuals.

Receptor GPS

Un receptor GPS és un dispositiu que permet conèixer una posició geogràfica (latitud i longitud) utilitzant la tecnologia GPS (*Global Position System*). El receptor localitza un mínim de quatre satèl·lits dels quals rep uns senyals. En conèixer la posició i distància de cada satèl·lit respecte al punt de mesura, per triangulació pot determinar la posició en la qual es troba.

4. CARACTERITZACIÓ BIOLÒGICA

En aquesta sessió de pràctiques analitzarem les mostres biològiques recollides al rec de la font de Can Verdaguer. Es quantificaran les algues i cianofícies (organismes fotosintètics no bacterians) presents. Es faran dissolucions prèvies de les mostres, s'observaran posteriorment amb el microscopi, es diferenciaran a trets generals i es comptaran. Es treballarà l'ús del microscopi, les tècniques de comptatge, el reconeixement de diferents morfologies i l'ús de factors de conversió per convertir els resultats del recompte en unitats comparables (biovolum o nombre de cèl·lules per unitat de superfície).

4.1. INTRODUCCIÓ

4.1.1. El microscopi òptic

En aquesta sessió de pràctiques, igual com heu fet en el cas anterior, utilitzareu el microscopi òptic per identificar i comptar els microorganismes fotosintètics (no bacterians) que habiten a la llera del riu.

El desenvolupament de la pràctica està dividit en dos objectius: 1) practicar el bon ús del microscopi òptic, aparell que ja coneixeu i que és molt utilitzat per identificar gran part del grup dels vegetals. L'utilitzareu, per tant, per a la caracterització qualitativa, i 2) introduir-vos en els mètodes de comptatge d'organismes microscòpics per a la caracterització quantitativa.

4.1.2. Parts del microscopi òptic

Ja heu utilitzat aquest aparell, així que abans de començar poseu nom a totes les seves parts (Figura 3.3):

1.	**8.**
2.	**9.**
3.	**10.**
4.	**11.**
5.	**12.**
6.	**13.**
7.	**14.**

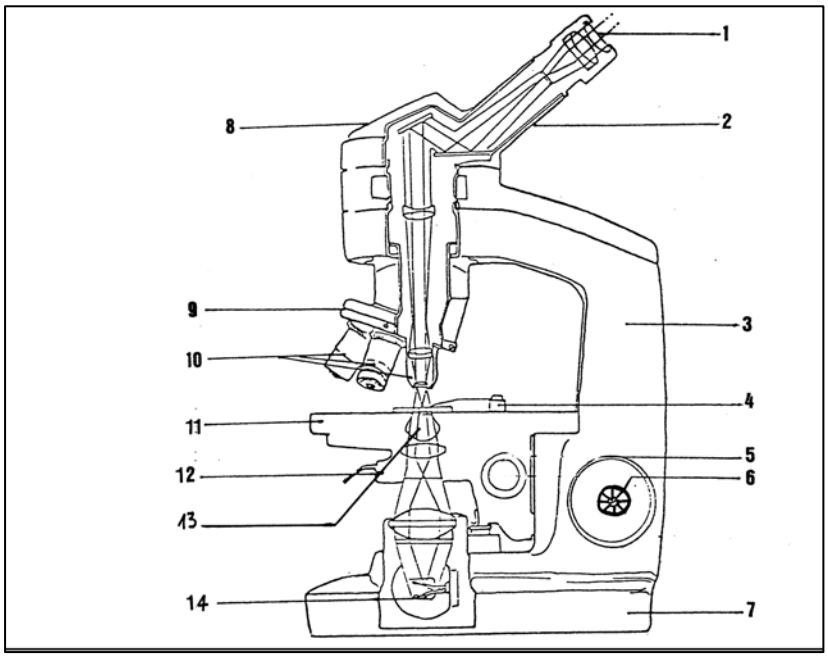


Figura 3.3. Esquema d'un microscòpic òptic

4.1.3. Utilització del microscopi òptic

4.1.3.1. Observació de la mostra

1) Col·loqueu el microscopi de manera que l'observador treballi amb comoditat.
No arrossegueu el microscopi, transporteu-lo en vertical agafant-lo pel braç.

2) Endolleu-lo al corrent elèctric.

3) Connecteu l'interruptor i/o potenciòmetre.

4) Col·loqueu el portaobjectes sobre la platina, agafat amb les pinces.

5) Ajusteu els oculars a la distància interpupil·lar de l'observador. Cal que tot el camp visual sigui visible simultàniament amb els dos oculars.

6) Enfoqueu provisionalment la mostra amb l'objectiu de menys augment i usant el caragol macromètric.

7) Ajusteu el diafragma.

8) Seleccioneu la zona d'estudi amb els comandaments de la platina. Heu de tenir en compte que veiem la imatge invertida.

9) Enfoqueu adequadament la mostra amb el caragol micromètric.

10) Canvieu a objectius de més augment girant el revòlver, i ajusteu l'enfocament amb el caragol micromètric.

4.1.3.2. Funcionament

Per aconseguir una bona observació, cal que enfoqueu l'objecte correctament, mitjançant el caragol macromètric, que permet allunyar o acostar la preparació de l'objectiu, i el caragol micromètric, que permet afinar l'enfocament.

El diafragma permet graduar la quantitat de llum que es vol que arribi a l'objecte.

Per enfocar s'utilitza primer de tot l'objectiu de menys augment. Recordeu que, com més gran sigui la capacitat d'ampliació de l'objectiu, més petita serà la porció d'objecte visible; així doncs, amb l'objectiu de menys augment observeu tot l'objecte a la recerca de zones interessants. Quan en vegeu una, canvieu l'objectiu per un altre que augmenti més la grandària de la imatge i observeu-lo detalladament.

Els objectius de gran augment funcionen molt a prop de la preparació (1 o 2 mm de distància). Tingueu cura que no es trenqui el vidre en enfocar. Cal que acosteu primer l'objectiu a la preparació, tot mirant directament des d'un costat, i que l'allunyeu després, mirant per l'ocular, fins a aconseguir un bon enfocament.

4.1.4. Organismes de la font de Can Verdaguer

Les fonts són generalment sistemes molt interessants per les seves característiques peculiars, tant químiques com geològiques. La font de Can Verdaguer és un sistema en què el ferro i l'alcalinitat tenen una importància cabdal. Els ambients extrems donen lloc a comunitats d'organismes adaptades a aquests sistemes i al canvi gradual de les condicions a mesura que ens allunyem de la surgència.

En aquestes comunitats hi trobarem, entre d'altres, productors primaris o organismes autòtrofs, que pertanyen als grups dels cianòfits (o cianobacteris), dels cloròfits (o algues verdes), o bé bacil·lariofícies (o diatomees). Aquests organismes presenten taxes de renovació i estratègies vitals ràpides que els permeten adaptar-se i explotar diversos hàbitats (Biggs, 1996).

Els cianòfits (o cianobacteris) són organismes procariotes fotosintetitzadors, i en el conjunt dels éssers vius, ocupen una posició intermèdia entre els fotosintetitzadors més primitius, els bacteris fotosintetitzadors clàssics, i els fotosintetitzadors amb organització cel·lular eucariòtica (algues i plantes superiors). Els pigments que presenten són clorofil·la a, ficobilina i sovint també ficoeritrina. Aquests organismes tenen la capacitat de fixar el nitrogen i a més s'han adaptat a aprofitar la matèria orgànica dissolta a l'aigua; per això poden viure en aigües pobres en certs nutrients, com per exemple a les aigües calentes dels llacs i estanys a l'estiu. I també poden viure en llocs on hi ha concentracions de sals elevades.

Els cloròfits (o algues verdes) presenten un color verd de fulla tendra, perquè tenen clorofil·la a i clorofil·la b, i n'hi ha una gran varietat de menes i nivells d'organització, des de formes colonials (de 2 fins a 50.000 cèl·lules), agregats cel·lulars, filaments (simples o ramificats), etc. Són uns organismes que poden colonitzar hàbitats molt diversos i créixer en condicions molt adverses. La majoria viuen en aigües dolces, tot i que una petita part són marines i algunes viuen en aigües salabroses.

Les bacil·lariofícies (o diatomees) són una família del grup dels ocròfits o algues marrons, de la qual n'hi ha moltes espècies descrites (més de 10.000). Tenen una mena d'esquelet extern constituït per sílice, una substància incolora amb aspecte de vidre, i es troben en tota mena d'ambients humits i suficientment il·luminats.

Examinades en viu, el color de les diatomees és verd groguenc o brunenc, a causa dels pigments dels seus plastidis. Aquests pigments són essencialment clorofil·la a, clorofil·la c, β-carotè, etc.

A la Figura 3.4. es mostren els dibuixos d'exemplars d'alguns organismes d'aquests grups.

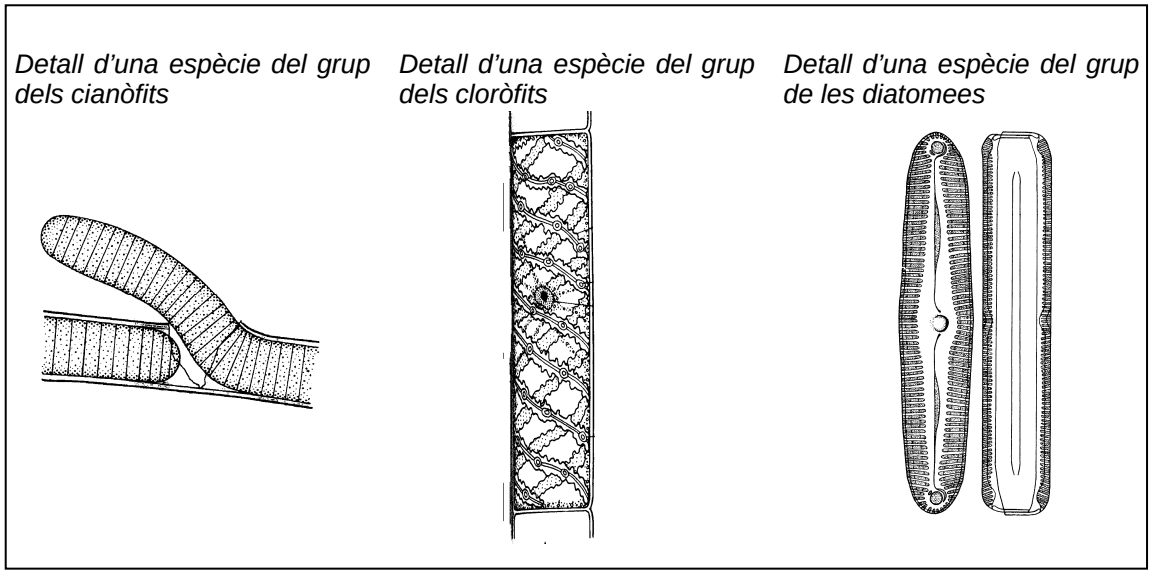


Figura 3.4. Exemplars d'organismes del grup de les diatomees.

Què es una font?

Què coneixem com a organismes autòtrofs?

I com a productors primaris?

Quins són els organismes del bentos?

4.1.5. Material bàsic del laboratori

Abans d'entrar en un laboratori us heu de familiaritzar amb el nom del material més utilitzat.

4.2. OBJECTIUS

L'objectiu principal de la pràctica és, mitjançant el microscopi òptic, estudiar les característiques biològiques d'una surgència d'aigua ferruginosa, des d'on brolla la font i comença el petit rec fins allà on s'embassa l'aigua.

A partir de les mostres recollides en els diferents punts mostrejats, identificar i comptar els diferents organismes per tal d'obtenir la caracterització biològica del rec.

4.3. MATERIAL

Aparells	Material
Microscopi òptic de camp clar	Llibreta Mostres recol·lectades Aigua de l'aixeta Provetes Eppendorfs Micropipeta de 200 µL i puntes Paper de filtre Portaobjectes Cobreobjectes Retolador permanent Regla

4.4. PROCEDIMENT EXPERIMENTAL

Cada estudiant caracteritzarà biològicament la font tant qualitativament com quantitativament.

Qualitativament, cada estudiant farà l'observació de 3 mostres.

Quantitativament, cada estudiant es farà responsable d'una sola mostra, de la qual comptarà una alíquota de 100 µL.

4.4.1. Preparació de la mostra de sediment

Al laboratori, el primer que heu de fer és diluir les mostres i homogeneïtzar-les:

1. Preneu un volum de la mostra recollida amb la xeringa i que ha estat prèviament abocat en un pot correctament etiquetat. Anoteu el volum que heu agafat. Prepareu una primera dilució de la mostra (en una proveta).
   P. ex. 5 ml de mostra mare en 10 ml d'aigua de l'aixeta
   Volum total = 15 ml totals (dilució 1/3)
   Es important que anoteu la dilució que feu.

2. Homogeneïtzeu, és a dir, barregeu bé, el sediment i l'aigua (moveu el pot amb moviments circulars i vigorosos durant 30 segons).

3. D'aquesta barreja n'heu de pipetejar (amb la pipeta de plàstic) 1 ml, que heu de posar en un Eppendorf d'1,5 ml, correctament etiquetat.

4.4.2. Caracterització qualitativa

Cadascú ha de caracteritzar tres mostres que corresponen al tram alt, mitjà i baix del rec.

Muntatge de la preparació i procediment a seguir
(per a cadascuna de les mostres)

1. Poseu una gota al centre d'un portaobjectes ben net.

2. Col·loqueu un cobreobjectes sobre la preparació (muntatge de la preparació) procurant evitar la formació de bombolles d'aire.

3. Observeu-ho amb el microscopi òptic, seguint les indicacions que es donen a la introducció de la pràctica, a l'apartat d'utilització i funcionament del microscopi òptic.

4. Per a l'observació de la mostra heu d'escombrar la superfície total del cobreobjectes, intentant identificar i caracteritzar diferents organismes. Us podeu guiar pel model que teniu a l'informe. Així doncs, dins dels organismes fotosintètics podreu diferenciar bàsicament tres grups: cianòfits, cloròfits i bacil·lariofícies, i dins d'aquests podreu caracteritzar i diferenciar morfologies que tractareu com a espècies (p. ex. diatomea 1, diatomea 2 i diatomea 3).

5. Al final, cada estudiant haurà de caracteritzar qualitativament 3 mostres (una per cada tram del rec) i amb les dades obtingudes omplir la taula 3.1.

És important tenir clar quines mostres estem observant (etiquetar-les).

Definiu els termes següents:

Organització unicel·lular

Organització colonial

Organització filamentosa

Organització laminar

Plastidi

4.4.3. Caracterització quantitativa

Cada alumne s'encarrega de comptar una mostra.

Muntatge de la preparació i procediment a seguir
(per a cadascuna de les mostres)

1. Després d'homogeneïtzar l'alíquota d'1 ml de la mostra que vàreu recollir al camp, pipetegeu 20 µl, és a dir, un volum conegut, que heu de situar al centre d'un portaobjectes ben net.

2. Col·loqueu un cobreobjectes sobre la preparació (muntatge de la preparació) procurant evitar la formació de bombolles d'aire, i observeu-la. Cada estudiant ha de recomptar almenys 1 mostra.

   És important tenir clar quina mostra estem manipulant (etiquetar-la).

3. Després de fer el muntatge de la preparació, compteu un mínim de 100 cèl·lules o un màxim de 100 camps per a cada mostra (taula 3.2, apartat 4.7 Recull de dades).

4. A partir de les vostres dades, feu els càlculs per tal d'esbrinar quantes cèl·lules/cm^2 tenim en cada punt de mostreig i ompliu la Taula 3.3 de l'apartat 4.7 Recull de dades.

He u de tenir present que si cada camp de visió té una superfície coneguda (μm^2), en funció del nombre de cèl·lules, dels camps comptats, del volum de la gota, de les dilucions que hem fet i del volum mostrejat, podem saber el nombre d'individus/organismes/cèl·lules de cada grup o espècie identificada per cm^2.

Per què creieu que hem de diluir la mostra?

Què es el camp de visió del microscopi?

4.5. ESQUEMA DEL PROCÉS EXPERIMENTAL

4.6. ANOTACIONS

4.7. RECULL I TRACTAMENT DE DADES

PRÀCTICA: CAS 3

NOM: ……
GRUP: ……..……

Caracterització biològica

CARACTERITZACIÓ QUALITATIVA

Recordeu que cada estudiant ha d'observar tres mostres i caracteritzar-ne un mínim de 10 organismes diferents

ORGANISME 1

A. Característiques **microscòpiques**

1. Organització (unicel·lular, colonial, filamentosa, …)
2. Color
3. Presència de plastidis
4. Tipus de plastidi
5. Mida de la cèl·lula (en µm):
   i. Amplada:
   ii. Llargada:
6. Nombre de cèl·lules per filament (sols en el cas d'organismes filamentosos)

7. Feu un dibuix de l'organisme que estàs observant. Anoteu l'augment corresponent, i mida del eixos principals (amplada i allargada)

B. Punts de mostreig on apareix i la seva abundància relativa

Punt	Distància a la Font (m)	Abundància			
		Molt poca (<25%)	Poca (25-50%)	Bastanta (50-75%)	Molta (>75%)

C. Observacions

ORGANISME 2

A. Característiques **microscòpiques**

1. Organització (unicel·lular, colonial, filamentosa, …)
2. Color
3. Presència de plastidis
4. Tipus de plastidi
5. Mida de la cèl·lula (en µm):
   i. Amplada:
   ii. Llargada:
6. Nombre de cèl·lules per filament (sols en el cas d'organismes filamentosos)

7. Feu un dibuix de l'organisme que estàs observant. Anoteu l'augment corresponent, i mida del eixos principals (amplada i allargada)

B. Punts de mostreig on apareix i la seva **abundància relativa**

Punt	Distància a la Font (m)	Abundància			
		Molt poca (<25%)	Poca (25-50%)	Bastanta (50-75%)	Molta (>75%)

C. Observacions

ORGANISME 3

A. Característiques **microscòpiques**

1. Organització (unicel·lular, colonial, filamentosa,…)
2. Color
3. Presència de plastidis
4. Tipus de plastidi
5. Mida de la cèl·lula (en µm):
   i. Amplada:
   ii. Llargada:
6. Nombre de cèl·lules per filament (sols en el cas d'organismes filamentosos)

7. Feu un dibuix de l'organisme que estàs observant. Anoteu l'augment corresponent, i mida del eixos principals (amplada i allargada)

B. Punts de mostreig on apareix i la seva **abundància relativa**

Punt	Distància a la Font (m)	Abundància			
		Molt poca (<25%)	Poca (25-50%)	Bastanta (50-75%)	Molta (>75%)

C. Observacions

ORGANISME 4

A. Característiques **microscòpiques**

1. Organització (unicel·lular, colonial, filamentosa,…)
2. Color
3. Presència de plastidis
4. Tipus de plastidi
5. Mida de la cèl·lula (en µm):
   iii. Amplada:
   iv. Llargada:
6. Nombre de cèl·lules per filament (sols en el cas d'organismes filamentosos)

7. Feu un dibuix de l'organisme que esteu observant. Anoteu l'augment corresponent, i mida del eixos principals (amplada i allargada)

B. Punts de mostreig on apareix i la seva **abundància relativa**

Punt	Distància a la Font (m)	Abundància			
		Molt poca (<25%)	Poca (25-50%)	Bastanta (50-75%)	Molta (>75%)

C. Observacions

ORGANISME 5

A. Característiques **microscòpiques**

1. Organització (unicel·lular, colonial, filamentosa,…)
2. Color
3. Presència de plastidis
4. Tipus de plastidi
5. Mida de la cèl·lula (en µm):
   v. Amplada:
   vi. Llargada:
6. Nombre de cèl·lules per filament (sols en el cas d'organismes filamentosos)

7. Feu un dibuix de l'organisme que estàs observant. Anoteu l'augment corresponent, i mida del eixos principals (amplada i allargada)

B. Punts de mostreig on apareix i la seva **abundància relativa**

Punt	Distància a la Font (m)	Abundància			
		Molt poca (<25%)	Poca (25-50%)	Bastanta (50-75%)	Molta (>75%)

C. Observacions

ORGANISME 6

A. Característiques **microscòpiques**

1. Organització (unicel·lular, colonial, filamentós…)
2. Color
3. Presència de plastidis
4. Tipus de plastidi
5. Mida de la cèl·lula (en µm):
   i. Amplada:
   ii. Llargada:
6. Nombre de cèl·lules per filament (sols en el cas d'organismes filamentosos)

7. Feu un dibuix de l'organisme que estàs observant. Anoteu l'augment corresponent, i mida del eixos principals (amplada i allargada)

B. Punts de mostreig on apareix i la seva **abundància relativa**

Punt	Distància a la Font (m)	Abundància			
		Molt poca (<25%)	Poca (25-50%)	Bastanta (50-75%)	Molta (>75%)

C. Observacions

ORGANISME 7

A. Característiques **microscòpiques**

1. Organització (unicel·lular, colonial, filamentosa, …)
2. Color
3. Presència de plastidis
4. Tipus de plastidi
5. Mida de la cèl·lula (en µm):
   vii. Amplada:
   viii. Llargada:
6. Nombre de cèl·lules per filament (sols en el cas d'organismes filamentosos)

7. Feu un dibuix de l'organisme que estàs observant. Anoteu l'augment corresponent, i mida del eixos principals (amplada i allargada)

B. Punts de mostreig on apareix i la seva **abundància relativa**

Punt	Distància a la Font (m)	Abundància			
		Molt poca (<25%)	Poca (25-50%)	Bastanta (50-75%)	Molta (>75%)

C. Observacions

ORGANISME 8

A. Característiques **microscòpiques**

1. Organització (unicel·lular, colonial, filamentosa, …)
2. Color
3. Presència de plastidis
4. Tipus de plastidi
5. Mida de la cèl·lula (en µm):
   i. Amplada:
   ii. Llargada:
6. Nombre de cèl·lules per filament (sols en el cas d'organismes filamentosos)

7. Feu un dibuix de l'organisme que estàs observant. Anoteu l'augment corresponent, i mida del eixos principals (amplada i allargada)

B. Punts de mostreig on apareix i la seva **abundància relativa**

Punt	Distància a la Font (m)	Abundància			
		Molt poca (<25%)	Poca (25-50%)	Bastanta (50-75%)	Molta (>75%)

C. Observacions

ORGANISME 9

A. Característiques **microscòpiques**

1. Organització (unicel·lular, colonial, filamentosa, …)
2. Color
3. Presència de plastidis
4. Tipus de plastidi
5. Mida de la cèl·lula (en µm):
   i. Amplada:
   ii. Llargada:
6. Nombre de cèl·lules per filament (sols en el cas d'organismes filamentosos)

7. Feu un dibuix de l'organisme que estàs observant. Anoteu l'augment corresponent, i mida del eixos principals (amplada i allargada)

B. Punts de mostreig on apareix i la seva **abundància relativa**

Punt	Distància a la Font (m)	Abundància			
		Molt poca (<25%)	Poca (25-50%)	Bastanta (50-75%)	Molta (>75%)

C. Observacions

ORGANISME 10

A. Característiques **microscòpiques**

1. Organització (unicel·lular, colonial, filamentosa, …)
2. Color
3. Presència de plastidis
4. Tipus de plastidi
5. Mida de la cèl·lula (en µm):
   i. Amplada:
   ii. Llargada:
6. Nombre de cèl·lules per filament (sols en el cas d'organismes filamentosos)

7. Feu un dibuix de l'organisme que estàs observant. Anoteu l'augment corresponent, i mida del eixos principals (amplada i allargada)

B. Punts de mostreig on apareix i la seva **abundància relativa**

Punt	Distància a la Font (m)	Abundància			
		Molt poca (<25%)	Poca (25-50%)	Bastanta (50-75%)	Molta (>75%)

C. Observacions

ORGANISME

A. Característiques **microscòpiques**

1. Organització (unicel·lular, colonial, filamentosa, …)
2. Color
3. Presència de plastidis
4. Tipus de plastidi
5. Mida de la cèl·lula (en µm):
   i. Amplada:
   ii. Llargada:
6. Nombre de cèl·lules per filament (sols en el cas d'organismes filamentosos)

7. Feu un dibuix de l'organisme que estàs observant. Anoteu l'augment corresponent, i mida del eixos principals (amplada i allargada)

B. Punts de mostreig on apareix i la seva **abundància relativa**

Punt	Distància a la Font (m)	Abundància			
		Molt poca (<25%)	Poca (25-50%)	Bastanta (50-75%)	Molta (>75%)

C. Observacions

Taula 3.1. Recull de les dades biològiques **qualitatives**

Punt	Rèplica	Distància (al punt zero)	Característiques del sediment	Nre. de formes identificades
1	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
2	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
3	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
4	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
5	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
6	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			

Taula 3.1 *(Continuació)*

7	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			

CARACTERITZACIÓ QUANTITATIVA

NÚMERO DE MOSTRA:

A. Característiques **macroscòpiques DEL SEDIMENT**: color, aspecte, forma, duresa

B. **Situació** del punt de mostreig al rec: tram inicial, mitjà o baix (podeu indicar alguna característica referencial en funció dels paràmetres fisicoquímics)

C. **Recompte**: recordeu que heu de comptar un mínim de 100 individus (cèl·lules o filaments) i un màxim de 100 camps per mostra.

Taula 3.2. Recompte del nombre de cèl·lules de la mostra escollida

MOSTRA: .....

Núm. de camp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nre. de cèl·lules																				

Núm. de camp	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Nre. de cèl·lules																				

Núm. de camp	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Nre. de cèl·lules																				

Núm. de camp	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
Nre. de cèl·lules																				

Núm. de camp	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Nre. de cèl·lules																				

Núm. de camp																				
Nre. de cèl·lules																				

Núm. de camp																				**TOTAL**
Nre. de cèl·lules																				

Taula 3.3. Recull de les dades biològiques **quantitatives**

Punt	**Rèplica**	**Distància (al punt zero)**	**Característiques del sediment**	**Nre. de cèl·lules comptades**	**Nre. de camps comptats**
1	1				
	2				
	3				
2	1				
	2				
	3				
	4				
3	1				
	2				
	3				
4	1				
	2				
	3				
	4				
5	1				
	2				
	3				
	4				
6	1				
	2				
	3				
7	1				
	2				
	3				

Càlculs:

Passeu el nombre de cèl·lules per camp, que heu comptat a la vostra mostra, a cèl·lules per cm^2 segons la superfície o volum mostrejats.

Observacions mostra núm. ____ :

Després de caracteritzar tant qualitativament com quantitativament diferents mostres al llarg del rec, responeu aquestes preguntes:

En quin tram del rec hi ha més organismes diferents i en més quantitat?

Quin creieu que és/són el/s motiu/s?

Quin/s organisme/s trobem al final del rec (a la bassa)? Per què?

4.8. BIBLIOGRAFIA

Guasch, H. M. Ricart, G. Urrea. 2010. Les diatomees com a indicadors de canvis ambientals: El riu Llémena i les seves fonts. IV Seminari sobre patrimoni natural de la comarca de la Garrotxa. Annals de la delegació de la Garrotxa Inst. Cat. Hist. Nat. 4: 15-22.

Guasch, H., X. Garcia Acosta, G. Urrea, Ll. Bañeras. Changes in the microbial communities along the environmental gradient created by a small iron spring. Freshwater Sciences, Ecology of springs special issue (in press).

5. CARACTERITZACIÓ QUÍMICA: ALCALINITAT I CONCENTRACIÓ DE Fe(III)

En aquesta sessió de pràctiques determinarem a través d'un mètode colorimètric la concentració de Fe(III) d'una mostra de sediment, i per anàlisi volumètrica, l'alcalinitat de la mostra d'aigua. El desenvolupament de la pràctica ens permetrà aplicar una de les tècniques de laboratori més emprades per determinar la concentració, com és la valoració.

5.1. INTRODUCCIÓ

5.1.1. L'alcalinitat

L'alcalinitat o T_A és una mesura de la capacitat d'una solució per neutralitzar els àcids als punts d'equivalència del carbonat o el bicarbonat. És la mesura d'una propietat agregada de l'aigua, i per tant només es pot interpretar en termes de substàncies específiques quan es coneix la composició química de la mostra.

L'alcalinitat és igual a la suma estequiomètrica de les bases en solució. En el medi natural, l'alcalinitat de bicarbonats acostuma a representar la major part d'aquesta a causa de la presència i dissolució habituals de roques carbonatades i del diòxid de carboni de l'atmosfera. Uns altres components naturals també hi contribueixen, com ara els borats, hidròxids, fosfats, silicats, nitrats, amoníac dissolt, les bases conjugades d'àcids orgànics i els sulfurs. L'alcalinitat normalment es mesura en $mEq \cdot L^{-1}$ (mil·liequivalents per litre).

$$T_A = [HCO_3^-]_T + 2[CO_3^{-2}]_T + [B(OH)_4^-]_T + [OH^-]_T + 2[PO_4^{-3}]_T + [HPO_4^{-2}]_T + [SiO(OH)_3^-]_T - [H^+] - [HSO_4^-]$$

El subíndex T fa referència a la concentració total d'espècies en la solució, tal com són mesurades.

A continuació es presenten les reaccions de protonació de diferents espècies químiques que es poden trobar en aigües en el medi natural.

$$HCO_3^- + H^+ \rightarrow CO_2 + H_2O$$

$$CO_3^{-2} + 2H^+ \rightarrow CO_2 + H_2O$$

$$B(OH)_4^- + H^+ \rightarrow B(OH)_3 + H_2O$$

$$OH^- + H^+ \rightarrow H_2O$$

$$PO_4^{-3} + 2H^+ \rightarrow H_2PO_4^-$$

$$HPO_4^{-2} + H^+ \rightarrow H_2PO_4^-$$

$$[SiO(OH)_3^-] + H^+ \rightarrow [Si(OH)_4]$$

Com es pot veure en les reaccions de protonació anteriors, la majoria de les bases consumeixen un protó (H^+) per esdevenir llavors espècies neutres. El CO_3^{-2}, d'altra banda, consumirà dos protons abans d'esdevenir una espècie de nivell zero (CO_2), i augmentarà així l'alcalinitat de dos per mol de CO_3^{-2}. [H^+] i [HSO_4^-] redueixen l'alcalinitat, perquè actuen com a fonts de protons. Sovint es representen en conjunt com $[H+]_T$.

L'alcalinitat es mesura típicament com a mg de $CaCO_3 \cdot L^{-1}$. Pot fàcilment convertir-se en mil·liequivalents per litre ($mEq \cdot L^{-1}$) dividint-ho per 50 (el pes molecular aproximat del $CaCO_3/2$).

L'alcalinitat té un paper molt important en el medi aquàtic, ja que regula la capacitat de l'aigua per mantenir el pH estable enfront de l'addició d'un àcid o una base. Aquest efecte tampó a les aigües és degut principalment a l'equilibri carbonat-bicarbonat.

Com es pot observar en el diagrama d'especiació (Figura 3.5), l'addició de H^+ o OH^- desplacen l'equilibri i per tant canvia la concentració de les espècies en equilibri.

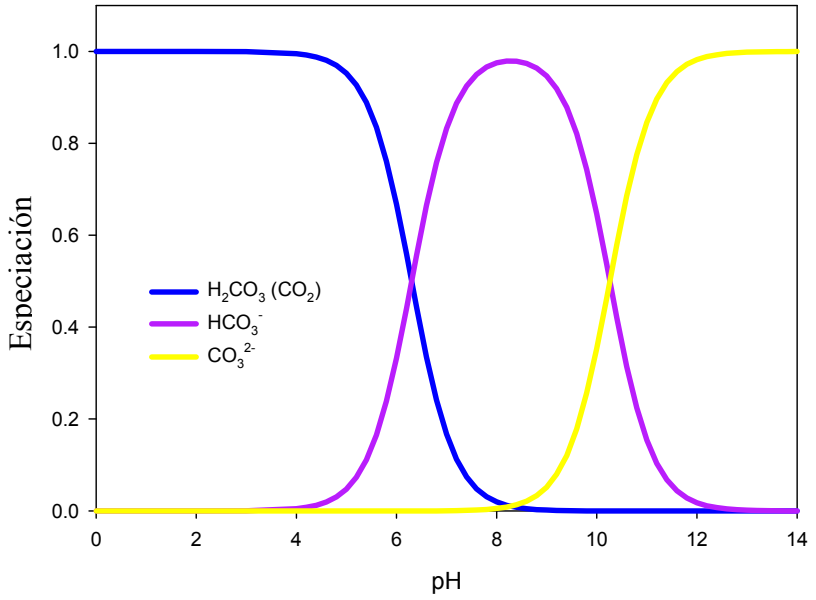


Figura 3.5. Diagrama d'especiació

5.1.2. Determinació de l'alcalinitat

L'alcalinitat d'una solució es pot determinar a través d'una valoració o volumetria. Eºs tracta d'un mètode d'anàlisi química quantitativa que permet determinar la concentració d'una substància (reactiu valorat o analit) afegint-hi un volum d'una segona substància (agent valorant) de concentració coneguda i que reacciona amb la primera. En una valoració convencional, l'agent valorant es col·loca en una bureta i es va afegint gota a gota a la dissolució de l'analit fins que la reacció és completa. A partir del volum consumit, i tenint en compte l'estequiometria de la reacció, hom pot calcular la concentració de l'analit. De vegades es procedeix a l'inrevés, és a dir, afegint la dissolució d'analit a la dissolució de concentració coneguda.

Hi ha diversos tipus de valoracions depenent de la reacció en la qual es basen, com serien l'àcid base, redox, complexomètriques, per precipitació, polielectrolítiques... Per al cas concret de la determinació de l'alcalinitat, s'empra una anàlisi volumètrica àcid-base.

L'alcalinitat es determina mitjançant una volumetria utilitzant un agent valorant àcid que reacciona amb els grups bàsics que hi ha a la dissolució, és a dir, bàsicament amb els grups hidroxils (OH^-) lliures, carbonats i bicarbonats que conté l'aigua. Tot i això, poden haver-hi altres espècies bàsiques que també donen alcalinitat, però generalment a l'aigua solen ser negligibles en comparació de la concentració de carbonat/bicarbonat (per exemple, fosfats, silicats, etc.).

El punt en què tots els analits bàsics han reaccionat estequiomètricament amb l'agent valorant s'anomena *punt d'equivalència*. Per determinar aquest punt es poden emprar diferents mètodes, com ara l'addició d'un indicador, la potenciometria o tècniques espectroscòpiques.

La manera més clàssica consisteix a afegir una quantitat molt petita d'un indicador (una substància química que canvia de color en ionitzar-se) a la dissolució valorada. El punt en què l'indicador canvia de color determina el punt final de la valoració. Idealment, el punt final hauria de ser igual al punt d'equivalència, però en realitat sempre hi ha una diferència, ja que l'indicador també consumeix una petita quantitat de l'agent valorant. En general, aquests petits errors deguts a la diferència entre el punt d'equivalència i el punt final experimental són negligibles, però en anàlisis químiques acurades s'han de tenir en compte. Alguns mètodes de detecció del punt final com la potenciometria estalvien aquest error introduït per l'indicador.

En la taula següent es presenten els indicadors més comuns, amb els seus viratges de color i rangs de viratge.

Indicador	Color en la banda àcida	Rang de canvi de color	Color en la banda bàsica
Violeta de metil	Groc	0,0 – 1,6	Violeta
Blau de bromofenol	Groc	3,0 – 4,6	Blau
Taronja de metil	Vermell	3,1 – 4,4	Groc
Vermell de metil	Vermell	4,4 – 6,2	Groc
Tornassol	Vermell	5,0 – 8,0	Blau
Blau de bromotimol	Groc	6,0 – 7,6	Blau
Fenoftaleïna	Incolor	8,3 – 10,0	Rosa
Groc d'alizarina	Groc	10,1 – 12,0	Vermell

A la Figura 3.6 es presenta un exemple de corba de valoració d'una base dèbil, utilitzant com a agent valorant un àcid fort. En aquest cas s'indica el punt final de la valoració amb una S.

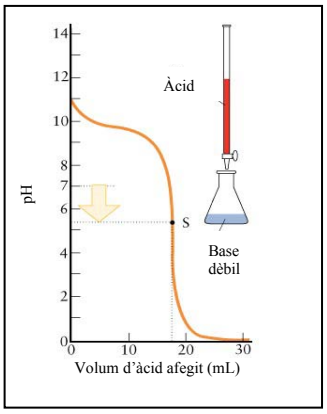


Figura 3.6. Valoració

5.1.3. El ferro a les aigües

El ferro (Fe) és un element químic essencial per a la vida. Es troba en forma mineral com a magnetita, hematites, goethita i siderita. Aquest es pot incorporar al medi aquós per la dissolució de les roques o minerals en els quals es troba. A les aigües està principalment dissolt, en la forma de Fe(II), que és incolor. En condicions aeròbies, el Fe(II) és oxidat a Fe(III). Aquest Fe(III) és insoluble (excepte a pH àcids), fet que comporta la precipitació d'aquest ferro en forma d'hidròxids, que solen presentar una coloració vermellosa.

$$4Fe^{2+} + O_2 + 4H^+ \rightarrow 4Fe^{3+} + 2H_2O$$

En aigües superficials, el ferro es troba en nivells molt baixos a causa de la insolubilitat de l'ió Fe(III). Així, les mostres d'aigua superficials filtrades sovint contenen concentracions inferiors a 1 mg $Fe \cdot L^{-1}$. D'altra banda, les aigües subterrànies solen presentar continguts de ferro més elevats, ateses les baixes concentracions d'oxigen dissolt en aquestes aigües.

5.1.4. Determinació de la concentració de Fe(III)

L'ió Fe^{3+} és incolor malgrat que les seves dissolucions sovint presenten un color groc a causa de la presència d'espècies bàsiques com $Fe(OH)^{2+}$ o $Fe(OH)_2^+$. Tanmateix, es pot presentar en formes i colors molt diversos, ja que té molta facilitat per formar complexos amb nombrosos anions i grups orgànics. Per exemple, clorur i cianur n'intensifiquen el color groc; fluorur, fosfat i pirofosfat el decoloren; l'acetat origina un complex de color vermellós, i el tiocianat, un altre de color vermell fosc, etc.

L'hidròxid $Fe(OH)_3$, que en realitat és un òxid hidratat, precipita a pH al voltant de 2 i és un sòlid gelatinós de color marró-vermell. L'òxid Fe_2O_3 presenta un color similar.

Hi ha diferents mètodes per determinar el Fe^{3+} basats en la seva tendència a formar complexos relativament estables. En aquest cas, es proposa la determinació de la concentració de Fe^{3+} a través del mètode del tiocianat. Es basa en la reacció de l'anió tiocianat (SCN^-) amb el Fe^{3+} en medis moderadament àcids, que dóna com a producte l'espècie $Fe(SCN)^{2+}$, de color vermell fosc. En excés de tiocianat es poden arribar a formar espècies en diferent relació molar, com $Fe(SCN)_2^+$ o altres, que presenten una coloració més intensa. Es quantifica per espectrofotometria.

El ferro de les aigües es pot determinar amb tiocianat. La dissolució ha de ser prou àcida per evitar la precipitació de l'hidròxid, però no excessivament, ja que cal evitar la polimerització del tiocianat. La concentració òptima (amb HCl, H_2SO_4, HNO_3...) es troba en el rang 0,05 – 0,2 M.

El color de les dissolucions de Fe^{3+} amb tiocianat no és estable a causa de la reducció del Fe(III) pel SCN^- i disminueix un petit tant per cent en 30 minuts i a la meitat en 6 hores. D'altra banda, anions que formin complexos estables amb el Fe(III), com per exemple fluorur, fosfat, citrat o oxalat, poden interferir en l'anàlisi. Concentracions altes de clorurs, sulfats o acetat també hi poden interferir, però en un grau menor. Finalment, altres metalls que puguin formar tiocianats insolubles (Co, Mo, Bi, Ti) s'han de separar prèviament.

5.2. OBJECTIUS

Quantificar l'alcalinitat present a les mostres d'aigua utilitzant la volumetria com a tècnica d'anàlisi, i determinar la concentració de ferro(III) mitjançant espectrofotometria.

5.3. MATERIAL

La determinació de ferro(III) d'una mostra es basa en la coloració vermellosa que adquireix la solució a causa de la formació del complex $Fe(SCN)^{2+}$. Així, a partir d'una recta patró d'aquest compost es pot determinar la concentració de l'ió Fe^{3+}. Per a l'alcalinitat, el material que es necessita és el típic que es fa servir per dur a terme una valoració.

Aparells	Material	Líquids
Balança analítica Espectrofotòmetre	Espàtula Vasos de precipitats Pipetes (1, 2, 3, 5 i 10 mL) Pera Matrassos aforats (100, 250, 10.000 mL) Pipeta Pasteur Bureta Erlenmeyer	Tiocianat de potassi (KSCN) al 20% Alum fèrric ($FeNH_4(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$) Àcid sulfúric (5 M) Aigua destil·lada Àcid clorhídric (0,02 M) Solució de fenoftaleïna en alcohol al 0,5% Solució de taronja de metil al 0,5%

5.4. PROCEDIMENT

5.4.1. Determinació de l'alcalinitat T_{AC}

La determinació de l'alcalinitat de l'aigua es basa en la neutralització d'un cert volum d'aigua per un àcid mineral diluït en presència d'un indicador adient. Totes les titulacions es faran per triplicat per tal de validar els resultats obtinguts.

1. Agafeu 10 ml de l'aigua que es vol analitzar amb una pipeta i poseu-los en un Erlenmeyer. En el cas que no s'hagi observat una coloració en la mostra de T_A es pot emprar aquella mateixa alíquota.
2. Afegiu-hi 1 o 2 gotes de solució de taronja de metil.
3. Valoreu la solució amb àcid clorhídric fins al viratge de groc a groc ataronjat (pH 4,3).
4. Garantiu que s'ha arribat al punt final afegint una gota d'àcid en excés, que provocarà el pas de la coloració de groc ataronjat a rosa taronja.

Expresseu el valor alcalimètric complet (T_{AC}) en mil·liequivalents per litre (nombre de mols de H^+ neutralitzats per l'alcalinitat per litre d'aigua analitzada) i mg de $CaCO_3 \cdot L^{-1}$.

Expresseu el valor alcalimètric complet (T_{AC}) en mmols per litre (nombre de mols de H^+ neutralitzats per l'alcalinitat per litre d'aigua analitzada) i mg de $CaCO_3 \cdot L^{-1}$. Aquesta última manera d'expressar l'alcalinitat és la que es troba habitualment. Aquesta manera d'expressar-ho assimila que tota l'alcalinitat és deguda al carbonat càlcic. S'utilitza per poder comparar valors entre diferents aigües.

5.4.2. Determinació de la concentració de ferro al sediment

Mesura espectrofotomètrica i elaboració de la recta patró

1. Prepareu 1 litre de solució de $FeNH_4(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ amb una concentració de 1.000 mg $Fe \cdot L^{-1}$, pesant 8,635 g d'alum fèrric.
2. A partir de la dissolució mare de 1.000 mg $Fe \cdot L^{-1}$, prepareu 100 mL d'una dissolució de 100 mg $Fe \cdot L^{-1}$.
3. Un cop obtinguda la solució de 100 mg $Fe \cdot L^{-1}$, prepareu 100 mL dels 5 patrons de la recta, amb concentracions d'1, 2, 3, 5 i 10 mg $Fe \cdot L^{-1}$. Per a cada patró preneu el volum adequat de la solució de 100 mg $Fe \cdot L^{-1}$ i poseu-lo en un matràs aforat de 100 mL. Seguidament, afegiu-hi 1 mL de KSCN (20%) i unes quantes gotes d'àcid sulfúric diluït per donar un medi lleugerament àcid. Finalment, arraseu a 100 mL utilitzant aigua destil·lada.
4. Mesureu l'absorbància de cada patró (en ordre creixent de concentració) a una longitud d'ona de 495 nm.

	1 mg $Fe \cdot L^{-1}$	2 mg $Fe \cdot L^{-1}$	3 mg $Fe \cdot L^{-1}$	5 mg $Fe \cdot L^{-1}$	10 mg $Fe \cdot L^{-1}$
V 100 mg $Fe \cdot L^{-1}$					
Absorbància					

Representeu al paper mil·limetrat adjunt l'absorbància a 495 nm de cadascun dels patrons enfront de la concentració de Fe(III) (mg $Fe \cdot L^{-1}$). Posteriorment, calculeu l'equació de la recta de regressió lineal i comproveu el seu coeficient de correlació.

Determinació de la concentració de Fe(III) en un sediment

La mostra de sediment per a l'anàlisi del ferro ha estat recollida per dos estudiants.

1. Resuspeneu la mostra de sediment en uns 50 mL d'aigua destil·lada.
2. Afegiu amb una pipeta Pasteur algunes gotes d'àcid sulfúric (5 M) a la dissolució per tal de redissoldre totalment el precipitat de ferro. El volum total afegit variarà en funció de la quantitat de Fe^{3+} de la mostra.
3. Aboqueu el contingut del vas de precipitats en un matràs aforat. El volum del matràs aforat dependrà específicament de cada mostra. Per a mostres del primer tram del rec (primers 5-10 metres), utilitzeu un matràs d'1 L. Per a la resta de mostres, utilitzeu matrassos amb un volum de 500 mL. Afegiu aigua al vas de precipitats per recollir tot el ferro i aboqueu-ho al matràs aforat. Repetiu aquesta operació.
4. Posteriorment, afegiu-hi 1 mL de KSCN i arraseu amb aigua destil·lada.
5. Mesureu l'absorbància de la mostra a una longitud d'ona de 495 nm. Feu la mesura per duplicat.

A partir de la recta patró, calculeu la quantitat de ferro de la mostra problema (mgFe^{3+}). Si s'ha obtingut un valor d'absorbància fora de la recta (superior al valor d'absorbància del patró de 10 mg $Fe \cdot L^{-1}$ o inferior al d'1 mg $Fe \cdot L^{-1}$), indiqueu que la quantitat de ferro està per sobre/sota d'aquests valors.

Si es tracta d'una mostra de sediment, expresseu aquesta quantitat per unitat de superfície de l'àrea mostrejada (mg $Fe^{3+} \cdot m^{-2}$). En el cas de tractar-se d'una mostra líquida, expresseu-ho com una concentració (mg $Fe^{3+} \cdot L^{-1}$).

5.5. ESQUEMA DEL PROCÉS EXPERIMENTAL

5.6. ANOTACIONS

5.7. RECULL I TRACTAMENT DE DADES

PRÀCTICA: CAS 3

NOM: ……
GRUP: ……..….

Caracterització química

5.7.1. Determinació de l'alcalinitat

Els volums d'agents valorants gastats en cada valoració són:

Volum T_{AC} V_1 = ml
V_2 = ml
V_3 = ml

$V_{mitjà}$ = ml

Expresseu el valor alcalimètric en mmols per litre (nombre de mmols de H^+ neutralitzats per l'alcalinitat per litre d'aigua analitzada) i mg de $CaCO_3 \cdot L^{-1}$.
Càlculs:

	Alcalinitat
mmols/L	
mg $CaCO_3$/L	

5.7.2. Mesura espectrofotomètrica i elaboració de la recta patró

Es mesura l'absorbància de cada patró (en ordre creixent de concentració) a una longitud d'ona de 495 nm.

	1 mg Fe·L^{-1}	2 mg Fe·L^{-1}	3 mg Fe·L^{-1}	5 mg Fe·L^{-1}	10 mg Fe·L^{-1}
V 100 mg Fe·L^{-1}					
Absorbància					

Dibuixeu els punt al paper mil·limetrat i ajusteu a una recta (pàgina següent).

Absorbància de la mostra a una longitud d'ona de 495 nm:

	Mostra
Absorbància	

Expresseu la concentració amb les unitats de mg Fe/m^2.

Superfície de la mostra recollida (m^2):

Concentració segons mesura absorbància: ..... mg Fe/L

Concentració en (mg/cm^2):
càlculs pertinents

Recolliu les dades de tots els punts de mostreig.

Punt	Rèplica	Distància (al punt zero)	Característiques del sediment	Ferro(III) mg/cm^2	Alcalinitat mg $CaCO_3$/L
1	1				
	2				
2	1				
	2				
3	1				
	2				
4	1				
	2				
5	1				
	2				
6	1				
	2				
7	1				
	2				
8	1				
	2				
9	1				
	2				
10	1				
	2				
11	1				
	2				
12	1				
	2				
13	1				
	2				
14	1				
	2				
15	1				
	2				
16	1				
	2				

5.7.3. Qüestions

1) De quina manera definim l'alcalinitat en aigües naturals? Per què la contribució dels carbonats és el doble que la de les altres espècies?

2) Per què cal treballar amb un indicador àcid per valorar l'alcalinitat?

3) Quina és la procedència d'aquestes espècies alcalines a l'aigua? Justifiqueu-ho mitjançant reaccions químiques.

4) Per què s'afegeix tiocianat potàssic (KSCN) a les mostres problema?

5) En el cas d'haver obtingut una mesura d'absorbància per a la mostra ambiental fora de la recta patró, per què no seria correcte calcular-ne la concentració a partir de la recta? Què caldria fer per tal de poder-ne determinar la concentració de manera adequada?

6) Podria el sediment analitzat contenir Fe^{2+}? Per què?

6. ANNEX: Utilització de sondes de camp

CONDUCTÍMETRE

OBJECTIU

Mesurar la concentració dels ions i l'activitat d'una solució.

DOCUMENTACIÓ DE REFERÈNCIA

Manual del conductímetre 315i.

SEGURETAT

No cal prendre mesures especials de seguretat en la manipulació habitual de l'aparell.

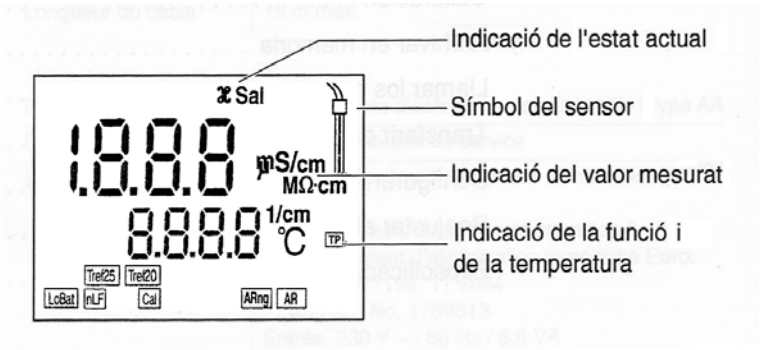
MAGNITUDS MESURADES I PRINCIPI DE MESURA

La conductivitat d'una solució es determina mesurant la seva resistència elèctrica.

El tipus de cel·la de conductivitat més senzilla utilitzada consta de dos elèctrodes similars. La tensió alterna aplicada a un dels elèctrodes fa que els ions que hi ha a la solució es moguin en direcció a aquest elèctrode. Com més ions hi hagi en solució, el corrent que flueixi entre ells serà més gran. El conductímetre calcula basant-se en el corrent mesurat i la llei d'Ohm la conductància de la solució i, llavors, tenint en compte les dades de la cel·la, la conductivitat.

Les mesures es poden fer en conductibilitat, resistència específica o salinitat (SAL).

PANTALLA I CONNEXIONS



PROCEDIMENT OPERATIU

Connecteu l'aparell. A la pantalla apareix breument el *test de pantalla*.

A continuació apareixen aproximadament per un segon i de manera consecutiva la constant cel·lular seleccionada i la compensació de temperatura pregraduada.

Llavors l'aparell canvia automàticament al mode de mesura seleccionat en l'ús precedent.

Funcions especials:

1. **AutoRead (control de deriva)**

Aquesta funció verifica l'estabilitat del senyal de mesura. Per activar la funció AutoRead premeu **<AR>**. Per començar la mesura AutoRead premeu **<RUN/ENTER>**.

Mentre es fa la mesura AutoRead, la indicació AR parpelleja intermitentment, fins que la senyal mesura s'estabilitza.

2. **Selecció del rang de mesura AutoRange**

Per mesurar l'oxigen disposa de diversos rangs de mesura. La funció AutoRange fa que l'instrument canviï automàticament al rang de mesura següent en el moment de sobrepesar el rang de mesura actual. Quan la funció AutoRange està connectada, apareix la indicació ARng.

3. **Mesura de la temperatura**

L'instrument mesura automàticament la temperatura de la solució mitjançant el sensor tèrmic integrat de la cel·la conductímetre (indicació TP). Reconeix automàticament el model de sensor tèrmic utilitzat. Això permet connectar cèl·lules de mesura amb NTC30 o Pt1000.

4. **Temperatura de referència (T_{ref})**

La temperatura de referència (T_{ref}) és commutable entre 20 ºC i 25 ºC. A la pantalla apareix el valor escollit $Tref_{20}$ o bé $Tref_{25}$.

SELECCIÓ DE LA CONSTANT CEL·LULAR C

La constant cel·lular de la cel·la conductimètrica es pot ajustar a un dels valors següents:

1. 0,475 cm^{-1}
2. 0,100 cm^{-1}
3. 0,875 cm^{-1}

Aquest valor de la constant cel·lular es pren del manual d'instruccions d'operació de la cèl·lula de mesura.

Assignació del procés de la constant cel·lular

1. Pressioneu la tecla <CAL> repetidament, fins que aparegui CELL.
2. Llavors, premeu la tecla <RUN/ENTER>.
3. Premeu la tecla <CAL> repetidament fins que a l'última línia de la pantalla aparegui la constant cel·lular desitjada.
4. Amb la tecla <M> canvieu al mode de mesura.

SONDA D'OXIGEN

OBJECTIU

Determinar l'oxigen dissolt en mostres d'aigua mitjançant un oxímetre portàtil.

DOCUMENTACIÓ DE REFERÈNCIA

Manual d'Oxi 340/SET de WTW. És a la Universitat de Girona (UdG).

SEGURETAT

No cal prendre mesures especials de seguretat en la manipulació habitual de l'aparell.

MAGNITUDS MESURADES I PRINCIPI DE MESURA

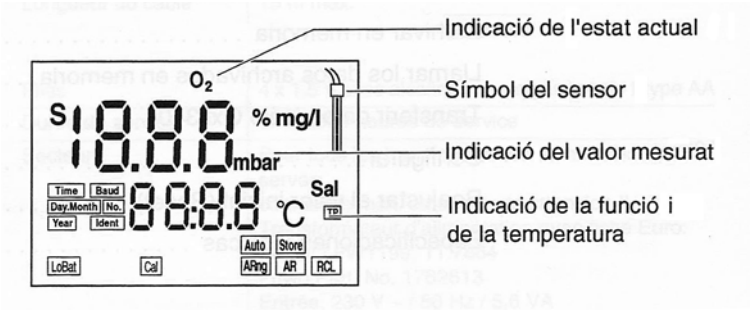
La sonda d'oxigen consta d'un elèctrode col·lector i d'un contraelèctrode. Ambdós elèctrodes es troben en un sistema electrolític separat de la mostra per una membrana permeable als gasos. L'elèctrode col·lector redueix la molècula d'oxigen a ions hidròxids. Durant la reacció electroquímica flueix corrent del contraelèctrode a l'elèctrode col·lector. Com més oxigen conté la mostra, el senyal del corrent és més gran. La sonda d'oxigen calcula el grau de concentració d'oxigen de la mostra basant-se en aquest senyal i mitjançant una funció de solubilitat.

Les mesures es poden fer en concentració d'oxigen (mg/l), pressió parcial d'oxigen (mbar) o saturació d'oxigen (%).

MATERIAL ACCESSORI

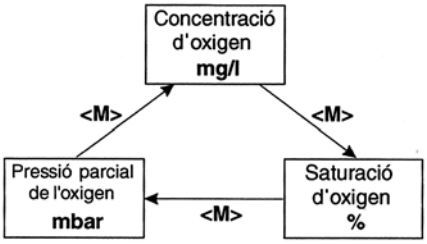
Recipient de calibratge Oxical per calibrar en aire saturat de vapor d'aigua.

PANTALLA I CONNEXIONS



PROCEDIMENT OPERATIU

Connecteu l'aparell. A la pantalla apareix breument el *test de pantalla*. Llavors l'aparell canvia automàticament al mode de mesura. La pantalla indica el valor mesurat actual.



Funcions especials:

1. **AutoRead (control de deriva)**

Aquesta funció verifica l'estabilitat del senyal de mesura. Per activar la funció AutoRead premeu **<AR>**. Per començar la mesura AutoRead premeu **<RUN/ENTER>**.

Mentre es fa la mesura AutoRead, la indicació AR parpelleja intermitentment, fins que el senyal mesura s'estabilitza.

2. **Mesura de la temperatura**

L'instrument mesura automàticament la temperatura de la solució mitjançant el sensor tèrmic integrat del sensor d'oxigen (indicació TP).

3. **Selecció del rang de mesura AutoRange**

Per mesurar l'oxigen disposa de diversos rangs de mesura. La funció AutoRange fa que l'instrument canviï automàticament al rang de mesura següent en el moment de sobrepesar el rang de mesura actual. Quan la funció AutoRange està connectada, apareix la indicació ARng.

4. Correcció de la salinitat

Quan es prenen mesures de la concentració d'oxigen en solucions amb un contingut en sal de més d'1 g/l, és necessari corregir la salinitat. Per a això, pressioneu la tecla **<CAL>** repetidament fins que a la pantalla aparegui *Sal.* Llavors, amb les tecles, introduïu la salinitat. Llavors canvieu al mode de mesura *concentració d'oxigen* amb **<M>**.

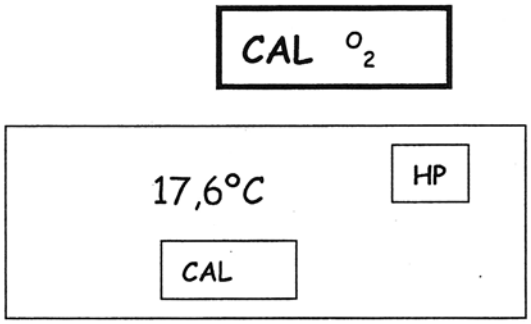
Connecteu la correcció de la salinitat amb < ↑ > (indicació *SAL*). Per desconnectar-la, pressioneu

< ↓ >.

CALIBRATGE

El procés de calibratge es fa amb Oxical. S'han de seguir els passos següents:

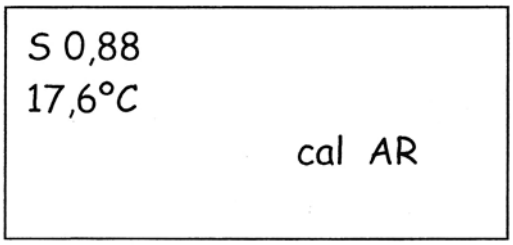
1. Prepareu l'Oxical i humitegeu l'esponja.
2. Connecteu el sensor d'oxigen a l'instrument.
3. Passats uns minuts, poseu el sensor d'oxigen dins l'Oxical.
4. Pressioneu la tecla



5. Seguidament, premeu la tecla

<RUN / ENTER>

S'activa la mesura AutoRead.



En el moment que el valor de mesura s'estabilitzi, l'instrument indicarà el valor del pendent relatiu i l'avaluació de la sonda.

Si el valor dóna correcte ja podem prendre les mesures.

<M>

AVALUACIÓ DEL SENSOR

Un cop s'ha fet correctament el calibratge, l'instrument valora l'estat actual en funció del pendent relatiu. El valor de cada avaluació està indicat a la pantalla, el pendent relatiu no afecta l'exactitud de la mesura. Els valors baixos indiquen el mal estat de l'electròlit o la membrana.

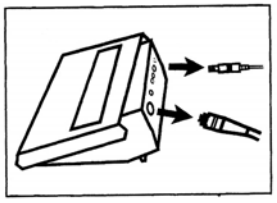
Indicació	Pendent relatiu
	S = 0,8 ... 1,25
	S = 0,7 ... 0,8
	S = 0,6... 0,7
E3 calibratge inadmissible	S < 0,6 o S > 1,25

MANTENIMENT PREVENTIU I CORRECTIU

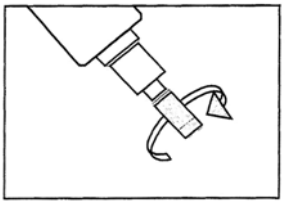
Netejarem l'elèctrode en el cas que la sonda no es pugui calibrar.

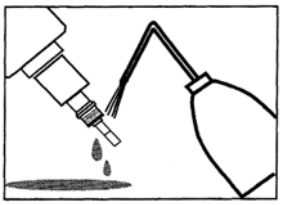
S'han de seguir els passos següents:

1. Desconnecteu el sensor de l'instrument.



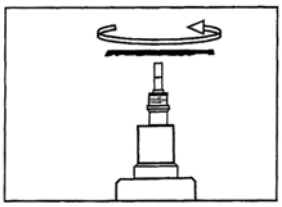
2. Descargoleu la membrana.



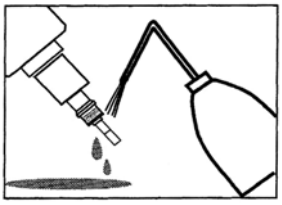


3. Renteu el sensor interior amb molta aigua destil·lada.

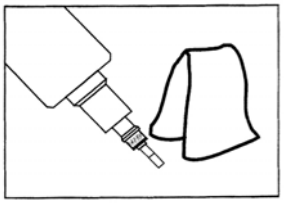
4. Poliu les impureses de la punta d'or del sensor amb el paper groc que hi ha als accessoris.



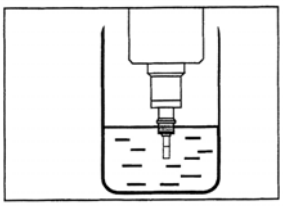
5. Renteu una altra vegada el sensor amb molta aigua destil·lada.



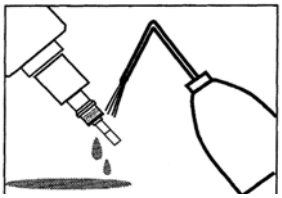
6. Eixugueu el sensor amb un paper suau de cel·lulosa.



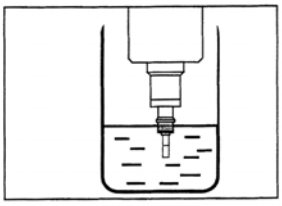
7. Introduïu tot el sensor a la solució de neteja RL/G durant uns 3-5 minuts.



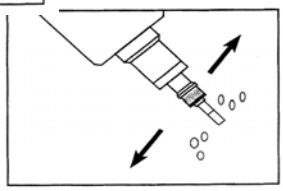
8. Torneu-lo a rentar amb abundant aigua destil·lada.



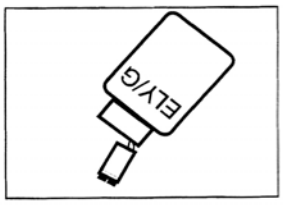
9. Deixeu la sonda submergida en aigua destil·lada durant uns 10 minuts.



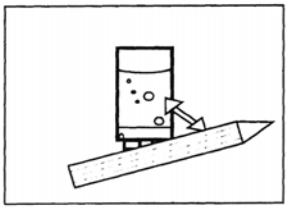
10. Elimineu les gotes d'aigua.



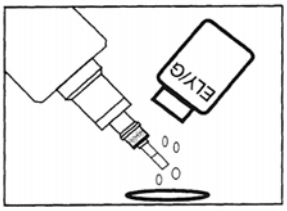
11. Ompliu la membrana amb solució electrolítica.



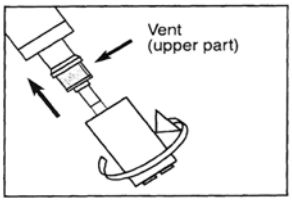
12. Doneu-hi copets inclinant la membrana per tal que no quedin bombolles d'oxigen a l'interior.



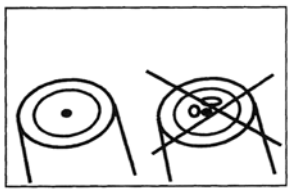
13. Mulleu la cel·la amb electròlit.



14. Cargoleu la membrana a la cel·la molt lentament per tal que no quedin bombolles.



15. Comproveu que no queda cap bombolla a l'interior de la membrana.



SONDA DE pH

OBJECTIU

Determinar el pH, valor redox, conductivitat i oxigen de manera ràpida i fiable en un ambient de laboratori.

1. Teclat
2. Pantalla
3. Connexions

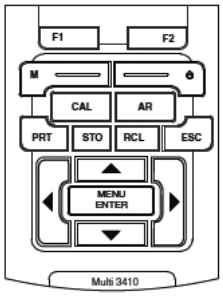
DOCUMENTACIÓ DE REFERÈNCIA

Manual de Multi 3410 de WTW. És a la Universitat de Girona (UdG).

SEGURETAT

No cal prendre mesures especials de seguretat en la manipulació habitual de l'aparell.

TECLAT



En aquest manual les tecles estan representades per parèntesis angulars (< >). Quan només hi consten els parèntesis significa que s'ha d'efectuar una pressió breu (menys de dos segons). Quan s'ha de prémer la tecla de manera prolongada (uns dos segons) es representa per una línia a continuació de la tecla.

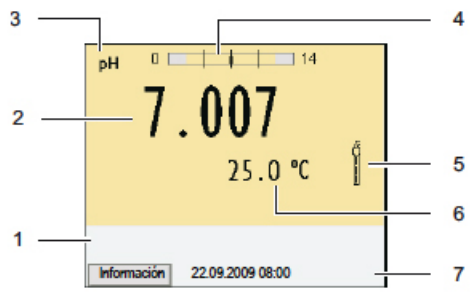
<MENU/ENTER> → pressió breu (menys de 2 segons)

<MENU/ENTER_> → pressió prolongada (2 segons o més)

<F1> **<F2>**	Tecles programables que posen a disposició funcions d'acord amb la situació del moment.

<On/Off>	Engegar/apagar l'aparell.
<MODE>	Seleccionar la unitat de mesura.
<CAL>	Seleccionar el procediment de calibratge.
<CAL_>	Mostrar les dades de calibratge.
<AR>	Congelar el valor mesurat (funció HOLD). Engegar/apagar la mesura AutoRead.
<STO>	Arxivar manualment el valor mesurat a la memòria.
<STO_>	Configurar l'emmagatzematge automàtic i iniciar la sessió.
<RCL>	Visualitzar els valors mesurats guardats manualment.
<RCL_>	Visualitzar els valors mesurats guardats automàticament.
<▲><▼> **<◀><▶>**	Control del menú, navegació.
<MENU/ENTER>	Obrir el menú de configuració de mesura / Confirmar les dades ingressades.
<MENU/ENTER_>	Obrir el menú de configuració del sistema.
<PRT>	Transferir les dades visualitzades a la interfase.
<PRT_>	Transferir les dades visualitzades a intervals i, de manera automàtica, a la interfase.

PANTALLA



1. Informació sobre l'estat actual
2. Valor mesurat (amb la unitat de la mesura)
3. Paràmetre o magnitud de mesura
4. Control permanent dels valors mesurats (CMC)
5. Símbol del sensor (avaluació del calibratge, interval de calibratge)
6. Temperatura mesurada (amb unitat)
7. Tecles programables i data + hora

Indicació de les funcions

AutoCal, per exemple TEC	Calibratge amb reconeixement automàtic del tampó.
ConCal	Calibratge amb qualsevol solució tampó.
Error	Durant el calibratge hi ha hagut un error.
AR	Control d'estabilitat (AutoRead) activat.
HOLD	El valor mesurat està congelat (tecla <AR>).
	Les bateries recarregables estan quasi esgotades.
	S'estan carregant les bateries recarregables.
	Les dades són transferides a intervals i de manera automàtica a la interfase USB-B.
	Les dades són transferides a intervals i de manera automàtica a la interfase USB-A (memòria USB).
	Subministrament elèctric a través de la interfase USB-B, les bateries recarregables no són alimentades.

CONNEXIONS

1. Sensors digitals (pH, redox, conductibilitat, oxigen)
2. Transformador d'alimentació
3. Interfase USB-A (ordinador)
4. Interfase USB-B (perifèric)
5. Interfase de servei

5 1 2 3 4

PROCEDIMENT OPERATIU

Posada en funcionament per primera vegada

Procediu de la manera següent:

- Col·loqueu les bateries recarregables adjuntes i carregueu-les.
- Endolleu el transformador d'alimentació (alimentació a través de la xarxa / es carreguen les bateries recarregables).
- Connecteu l'aparell prement la tecla <On/Off> i endolleu el sensor.
- Ajusteu la data i hora.

Funcions diverses

– **Mesura**

A la pantalla apareixen les dades de mesura del sensor connectat, a la vista del valor mesurat.

– **Calibratge**

A la pantalla apareix el desenvolupament del calibratge amb la informació corresponent al calibratge, a les funcions i a la configuració.

– **Arxivament a la memòria**

L'aparell arxiva manualment o automàticament les dades de les mesures.

– **Transmissió de dades**

L'aparell transfereix les dades de mesura i els registres de calibratge de manera automàtica o manualment a la interfase USB-B.

– **Ajustament**

A la pantalla apareix el menú del sistema o bé el menú corresponent a un sensor determinat amb els submenús, la configuració en paràmetres i funcions.

- **Informació del sensor**

En qualsevol moment es pot veure les dades actuals i la configuració del sensor a través d'un sensor endollat. Les dades del sensor es poden visualitzar a través de la indicació del valor mesurat. Si es prem [Info] es visualitza el nom i el número de sèrie del sensor. Si es prem [más] es visualitza la configuració del sensor.

VALOR de pH

Es pot mesurar el valor de pH o bé el potencial del sensor [mV].

Mesura de la temperatura

Per aconseguir mesures dels valors de pH reproduïbles, és imprescindible mesurar la temperatura de la solució de mesura.

Els sensors IDS mesuren la temperatura per mitjà d'un sensor tèrmic integrat al sensor.

Mesura de la temperatura

Abans de començar a mesurar s'han de fer les activitats prèvies següents:

1. Connecteu el sensor IDS-pH a l'aparell de mesura.
2. Si escau, seleccioneu amb <MODE> el paràmetre.
3. Calibreu i/o verifiqueu el sensor IDS-pH.

Calibratge pH

Els sensors IDS-pH envelleixen i canvien el punt zero (asimetria) i el pendent del sensor. Quan això passa, l'aparell indica un valor erroni, inexacte.

El calibratge s'ha d'efectuar a intervals regulars i sobretot si ha caducat l'interval de calibratge.

Per al calibratge automàtic es poden utilitzar els jocs de solucions tamponades de la taula del manual (pàg. 40, apartat 4.5.4).

Per fer un calibratge manualment:

1. Amb <MODE> seleccioneu en la indicació del valor mesurat un paràmetre, pH o bé mV.
2. Amb <CAL> indiqueu el calibratge (apareix la pantalla de calibratge).
3. Esbandiu escrupolosament el sensor IDS-pH amb aigua destil·lada.
4. Submergiu el sensor a la solució tamponada 1.
5. Amb <MENU/ENTER> inicieu la mesura. Es verificarà l'estabilitat del valor mesurat (control d'estabilitat). La magnitud de mesura parpelleja.
6. Espereu el final de la mesura amb el control d'estabilitat. Amb <▲> <▼> ajusteu el valor nominal de la solució tamponada corresponent a la temperatura mesurada.
7. Amb <MENU/ENTER> accepteu el valor de calibratge corresponent a la asimetria (apareix la pantalla de calibratge per a la solució tamponada següent).
8. Si voleu mesurar un altre punt, repetiu els punts 3, 4, 5 i 6.

9. Per finalitzar el calibratge, premeu <MODE> i es visualitzarà el registre del calibratge.

Mesura pH

Cal procedir de la mateixa manera que per al calibratge però amb les mostres que volem determinar.

MANTENIMENT PREVENTIU I CORRECTIU

El manteniment només es refereix al canvi de les bateries.

NETEJA

Netegeu l'aparell de tant en tant amb un drap humit, sense pelusses. En cas necessari, desinfecteu la carcassa de l'aparell amb alcohol isopropílic.

S'ha d'evitar el contacte amb acetona i detergents o productes similars que continguin dissolvents.

Nom del fitxer: CAS 3_UNA CURIOSA SURGENCIA D AIGUA 2010_2011_corr.doc
Directori: W:\publicacions\vell\electroniques\Tecniques_cientifiques_integrades\documents\CAS 3_UNA CURIOSA SURGENCIA D AIGUA 2010_2011_corr
Plantilla: C:\Documents and Settings\mpayero\Datos de programa\Microsoft\Plantillas\Normal.dot
Títol:
Tema:
Autor: Marilos
Paraules clau:
Comentaris:
Data de creació: 26/10/2011 13:56:00
Número de canvi: 15
Desat la darrera vegada el: 27/01/2012 16:01:00
Desat la darrera vegada per: Marilos
Temps total d'edició: 189 Minuts
Imprès la darrera vegada el: 30/01/2012 09:28:00
A partir de l'última impressió completa
Nombre de pàgines: 84
Nombre de paraules: 12.246 (aprox.)
Nombre de caràcters: 69.806 (aprox.)