

## L'ENSENYAMENT DE LA QUÍMICA BASAT EN L'INDAGACIÓ

### Com ensenyar als nostres alumnes a fer treballs de recerca ?

1. Característiques dels treballs
2. Tria o selecció dels Treballs de Recerca
3. Línies de recerca i exemples de treballs
4. Autocontrol i avaluació del treball individual i de grup
5. Recursos
6. Exemple de dos treballs de química recents
7. Futur dels TdR

XXV Debat de Química  
a l'Institut d'Estudis  
Catalans

Miquel Calvet  
INS Castellar del Vallès

10 d'abril de 2013

### 1. CARACTERÍSTIQUES DELS TREBALLS

- **Experimentals** i en grup de 2 a 4 alumnes
- Treball al laboratori en **tardes extres**, amb la **presència del professor**.
- En algun cas els alumnes han fet treball experimental a casa seva
- Actualment **sense reducció horària pel tutor**, malgrat el TdR sigui experimental

### 2. TRIA O SEL·LECCIÓ DELS TREBALLS DE RECERCA

- Assignatura optativa. La Recerca Científica.
  - 1h setmanal, agrupades en el 1r quadrimestre. Cursos 1996-97 a 2002-03
- Exposició del Treballs de Recerca per part dels d'alumnes de 2n de Batxillerat als alumnes de 1r.
  - En alguns casos es fan propostes de continuïtat del TdR exposat.
- Els alumnes de 1r de Batxillerat escullen un Seminari o Departament prèvia proposta d'un tema per part del professor a les seves classes de l'assignatura de 1r de Batxillerat.
  - La Coordinació de Batxillerat organitza els grups finals.
- Si és el cas, s'intenta desenvolupar alguna proposta dels alumnes.
- Participació en el Programa Argó. Estades d'Estiu a un Centre de Recerca d'on pot sortir una proposta de TdR. Curs 2011-12, 2012-13

### 3. LÍNIES DE RECERCA I EXEMPLES DE TREBALLS

#### Aire per a respirar

- Estudi de la Fotosíntesi, 1996-97. (CIRIT 1997, alumnes i centre)
- El tabac. La màquina de fumar, 1997-98. (CIRIT, 1998)
- Anàlisi gravimètrica del fum del tabac, 1998-99.

#### • La llum ens informa

- Anàlisi espectroscòpica d'aigües minerals, 1997-98.
- Seguint les pampallugues, estudi d'un estel variable. 1998-99. (INJUVE 1999, CIRIT 1999)

#### • Aigua per a beure

- Les zeolites, substituents dels fosfats en detergents, 2000-01.
- Tractament d'aigües residuals mitjançant processos d'oxidació avançats, 2001-02. (CIRIT 2002)
- Detoxificació solar d'aigües per fotocàtlisi heterogènia, 2002-03. (Junior Water Prize 2003)
- **Depuració d'aigües residuals per electroflotació/electrocoagulació. 2009-10.** (Minerva 2010, SCQ-IEC-2010).
- **Química verda contra les emulsions. 2010-11.** (CIRIT 2011, SCQ-IEC 2011, Minerva 2011)

#### • Art i ciència

- Estructures sonores Baschet I. 1998-99 (INJUVE 1999, La Clau de so 2001)
- Estructures sonores Baschet II, 1999-00. (CIRIT 2000, La Clau de so 2001).
- A la recerca del color, 1999-00. (CIRIT 2000).
- Memnònim: de Memnó al làser acústic. 2009-10. (Minerva 2010, Argó-UAB 2010, CIRIT 2010)

#### • Cases per a viure confortable

- Climatització solar passiva. El mur Trombe, 1999-00. (Youth Solar Expo, Glasgow 2000)
- Climatització solar passiva. El sistema Munters-Trombe, 2000-01. (INJUVE 2001, CESIC, CIRIT 2001)
- Murs amb calor latent. Optimització del sistema Munters-Trombe, 2001-02. (Baldri Reixac 2002)
- Auditoria mediambiental I. Anàlisi del confort a l'IES de Castellar, 2002-03. (Baldri Reixac 2003)
- Auditoria Ambiental II. Anàlisi del confort a l'IES de Castellar, 2002-03.

#### • Energies netes

- Construcció d'un cotxe hidrogenosolar. Solució de futur? 2003-04 (Fòrum de les Cultures 2004, UPC 2004, Argó-UAB 2004, M. Miró i Marimon 2004, José Cantero-EPSON 2004, CIRIT 2004, Expodidàctica 2004, Projecte EAA)
- Disseny d'un cotxe amb hidrogen autogenerat amb borohidrurs. 2004-05 (CIRIT 2005)
- Producció fotocatalítica d'hidrogen. 2005-06. Argó-UAB 2006, SCQ-IEC 2005, CIRIT 2005, Escola Universitària de Terrassa-EUNCET 2005)
- Muntatge i caracterització d'una placa DSSC. Buscant potència. 2008-09. (CIRIT 2009, Argó-UAB 2009, SCQ-IEC 2009, Minerva 2009).

#### • Estudi de nous materials

- Nanopartícules ferromagnètiques. Síntesi i aplicacions d'un ferrofluid aquós. 2007-08.
- Sinterització i caracterització d'un superconductor. 2001-12. (Argó-UAB 2012, SCQ-IEC 2012, Minerva 2012, CIRIT 2012).
- Estudi i caracterització d'un aerogel. 2012-13.

**Repartiment de la nota que us assignarà el professor segons la participació en la feina de grup:**

- A mesura que acabeu cada fase de l'experimentació apunteu el que cregueu que cal avaluar.
- Assigneu a cada component del grup, per a cada ítem avaluable, una nota de les següents (3,2,1,0) segons la seva participació a la tasca. (si us cal explicar el criteri seguit feu-ho afegint-hi línies)
- Quan estigueu d'acord amb la puntuació que us heu assignat signeu-ho i lliureu-ho a la professor/a

| TÍTOL:                                        |  | NOM I COGNOM: |  |  |
|-----------------------------------------------|--|---------------|--|--|
| FASE PRE-EXPERIMENTAL                         |  |               |  |  |
| 1.                                            |  |               |  |  |
| 2.                                            |  |               |  |  |
| 3.                                            |  |               |  |  |
| Nota                                          |  |               |  |  |
| FASE EXPERIMENTAL                             |  |               |  |  |
| 1.                                            |  |               |  |  |
| 2.                                            |  |               |  |  |
| 3.                                            |  |               |  |  |
| Nota                                          |  |               |  |  |
| FASE POST-EXPERIMENTAL                        |  |               |  |  |
| 1.                                            |  |               |  |  |
| 2.                                            |  |               |  |  |
| 3.                                            |  |               |  |  |
| COMENTARIS                                    |  |               |  |  |
| Nota                                          |  |               |  |  |
| Nota d'autocontrol global                     |  |               |  |  |
| Signatures                                    |  |               |  |  |
| Castellar del Vallès ..... de ..... de 200... |  |               |  |  |

| TÍTOL: Producció fotocatalítica d'hidrogen. Curs 2055-06 |  | NOM I COGNOMS |       |       |
|----------------------------------------------------------|--|---------------|-------|-------|
| <b>FASE PRE-EXPERIMENTAL</b>                             |  |               |       |       |
| 1.1. Preàmbul                                            |  | 3             | 3     | 3     |
| 1.2. Abstract                                            |  | 3             | 3     | 3     |
| 2.3.1. V- heurística                                     |  |               | 3     |       |
| 2.3.2. Procediment                                       |  |               | 3     |       |
| <b>FASE EXPERIMENTAL</b>                                 |  |               |       |       |
| 3.1.1. Material emprat                                   |  |               |       | 3     |
| 3.1.2.1. Elaboració del tap del reactor                  |  | 3             | 2     |       |
| 3.1.2.2. Proves d'estanqueïtat                           |  | 3             |       |       |
| 3.1.3. Construcció del fluxòmetre                        |  | 3             |       |       |
| 3.1.4. Fonts de nitrogen                                 |  |               | 3     |       |
| 3.1.4.1. Globus i conjunt tap – aixeta                   |  |               | 3     |       |
| 3.1.4.2. Bomba per insuflar el nitrogen al reactor       |  |               | 3     |       |
| 3.1.5. Arranjament del sistema                           |  |               | 3     |       |
| Passar a net Base d'orientació i càlculs 1,2 i 3         |  | 3             |       |       |
| Reaccions (Base 1)                                       |  | 3             |       |       |
| Precaucions (Base 1,2)                                   |  | 3             |       |       |
| Treball al laboratori                                    |  | 3             | 3     | 3     |
| <b>FASE POST-EXPERIMENTAL</b>                            |  |               |       |       |
| 4.1. Interpretació dels resultats                        |  | 3             | 3     | 3     |
| 4.2. Conclusions                                         |  |               |       | 3     |
| 5. Propostes de continuïtat                              |  |               | 3     |       |
| 6.1. Annexos                                             |  | 3             | 3     | 3     |
| 7. Agraïments                                            |  |               |       | 3     |
| Nota                                                     |  |               |       |       |
| <b>Nota d'autocontrol global</b>                         |  | 42/42         | 53/53 | 45/45 |
| Signatures                                               |  |               |       |       |
| Castellar del Vallès .Dijous 5 de gener del 2006         |  |               |       |       |

## 5. RECURSOS

### **Centre de Documentació i Experimentació en Ciències CDEC.**

- Materials, aparells (espectrofotòmetre, etc...)
- Assessoria.Lluís Nadal, tècnic del CDEC.

### **Participació en projectes**

- Science across the world...

### **Seminari Permanent de Física i Química**

- Propostes dels conferencians
- Suggeriments dels companys del SPFQ
  - Materials, aparells, assessoria,...

### **Programa Argó**

- Modalitat Estades d'Estiu dels alumnes a un Centre de Recerca i posterior Cotutoria del treball de continuïtat de l'estada d'estiu
- Modalitat Cotutoria dins del Programa Argó
  - Materials, aparells, assessoria

### **Desenvolupament de línies de recerca**

- Propostes de continuïtat de Treball de Recerca de cursos anteriors

### **Dotació del laboratori de l' institut.**

- Multilab. Captació de dades amb sensors
- Compra de material per part de la Junta Directiva i l'AMPA Institut

## 6. EXEMPLE DE DOS TREBALLS DE QUÍMICA RECENTS

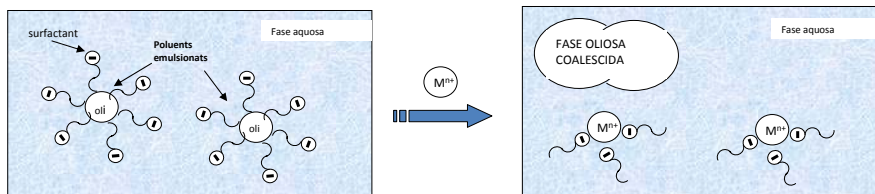
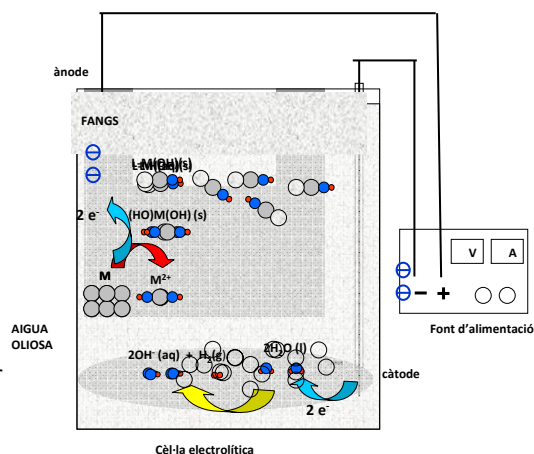
### **Depuració d'aigües residuals per electrocoagulació/ electroflotació 2009-10**

#### **Objectius del Treball**

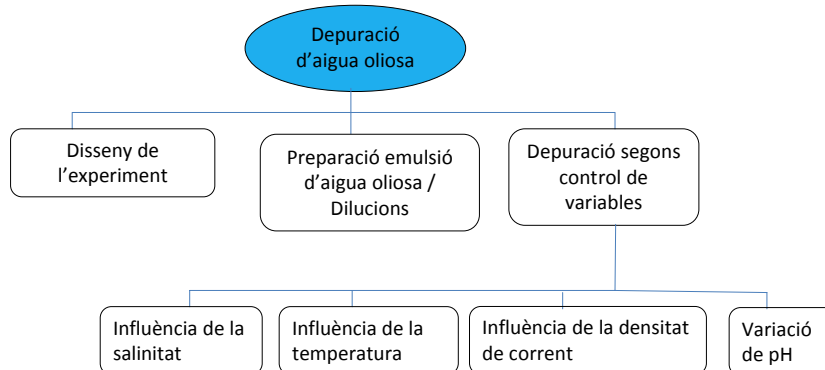
1. Fer una **recerca bibliogràfica** sobre els mètodes que s'utilitzen actualment per a **depurar purins de granges i aigües tèxtils** amb un excés de colorants
2. Estudiar el mètode **d'electrocoagulació-electroflotació** per a depurar aigües amb colorants i aigua oliosa.
3. **Dissenyar un reactor** que funcioni de forma autònoma i que sigui sostenible per poder **depurar aigües olives, amb purins o colorants** per electrocoagulació/electroflotació.

### Com funciona?

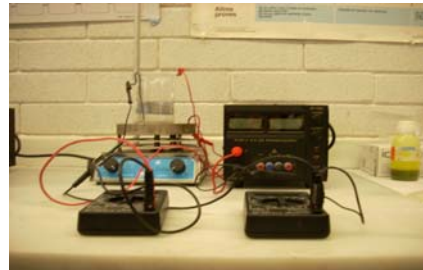
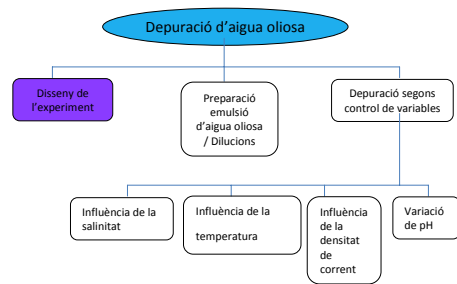
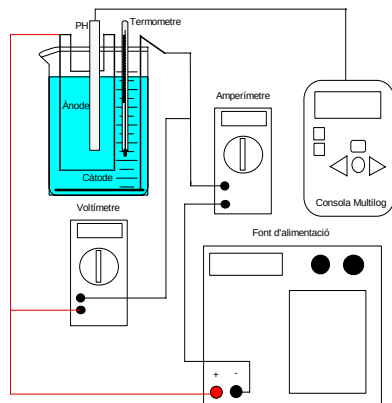
1. L'aigua es redueix al càtode (Al)
2. L'ànode s'oxida (Al)
3. El electrons viatgen pel circuit
4. Formació d'un hidròxid insoluble
5. L'hidròxid forma un complex amb els pol·luents L-H
6. Les bombolles d'hidrogen fan surar els fangs. **L'aigua queda neta**



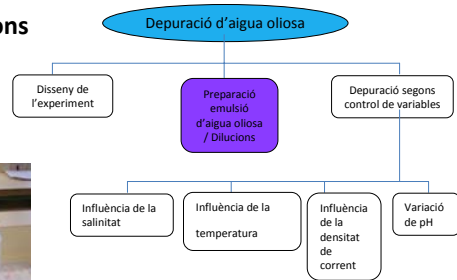
### Estructura de la recerca



## Disseny de l'experiment



## Preparació emulsió d'aigua oliosa/ Dilucions



## Depuració segons control de variables

### Influència de la salinitat

#### • Procediment



Massa dels  
electrodes

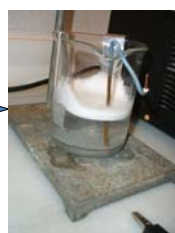


Emulsió d'oli i NaCl(aq)  
d'una conc. determinada

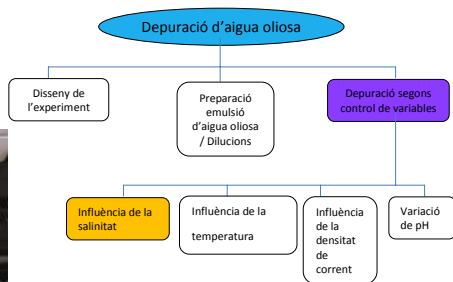
30 minuts



Absorbància i transmitància



Massa dels  
electrodes



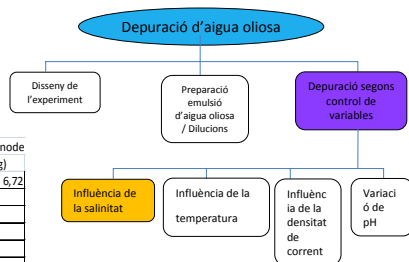
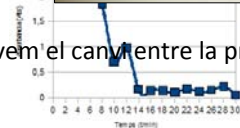
## Influència de la salinitat

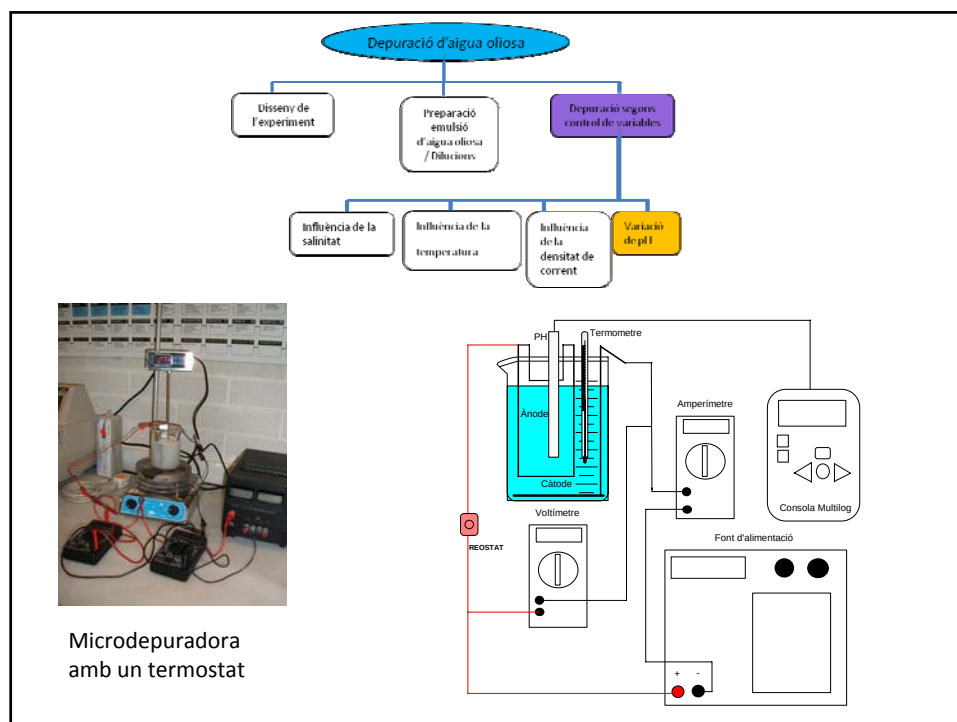
### • Resultats

| Mostres | Temps (t/min) | Absorbància (Abs) | Transmitància T (%) | Voltatge (V/v) | Intensitat (I/A) | Massa càtode (m/g) | Massa ànode (m/g) |
|---------|---------------|-------------------|---------------------|----------------|------------------|--------------------|-------------------|
| inicial | 0             | 2,724             | 0,2                 | 2,02           | 0,1              | 7,2                | 6,72              |
| 1       | 2             | 2,708             | 0,2                 | 2,02           | 0,09             |                    |                   |
| 2       | 4             | 2,658             | 0,2                 | 2,02           | 0,09             |                    |                   |
| 3       | 6             | 2,136             | 0,7                 | 2,01           | 0,09             |                    |                   |
| 4       | 8             | 1,844             | 1,5                 | 2,01           | 0,1              |                    |                   |
| 5       | 10            | 0,712             | 19,2                | 2,01           | 0,1              |                    |                   |
| 6       | 12            |                   |                     |                |                  |                    |                   |
| 7       | 14            |                   |                     |                |                  |                    |                   |
| 8       | 16            |                   |                     |                |                  |                    |                   |
| 9       | 18            |                   |                     |                |                  |                    |                   |
| 10      | 20            |                   |                     |                |                  |                    |                   |
| 11      | 22            |                   |                     |                |                  |                    |                   |
| 12      | 24            |                   |                     |                |                  |                    |                   |
| 13      | 26            |                   |                     |                |                  |                    |                   |
| 14      | 28            |                   |                     |                |                  |                    |                   |
| 15      | 30            |                   |                     |                |                  |                    |                   |



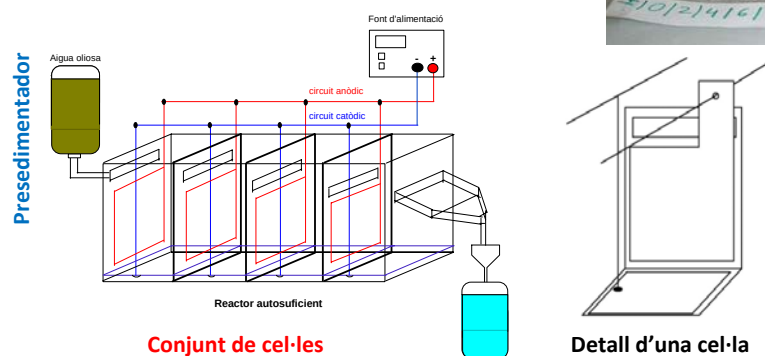
Observem el canvi entre la primera mostra i l'última ja depurada





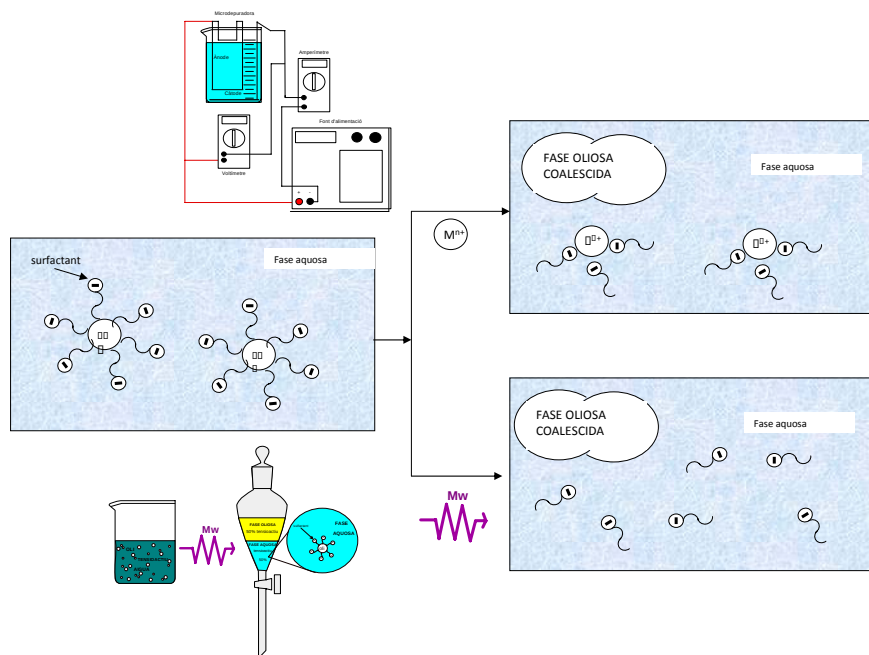
## Conclusions

- Es va aconseguir estudiar i provar el mètode d'electrocoagulació / electroflotació.
- Es va **depurar aigua amb colorants**.
- El mètode d'electrocoagulació/electroflotació va permetre **depurar amb èxit una aigua oliosa**.
  - Les condicions òptimes són: 2 % de NaCl a 40° C i alta densitat de corrent
  - El pH es manté quasi constant i lleugerament bàsic.
  - La quantitat d'alumini gastat en l'ànode és ínfima.
- Es va realitzar el **disseny d' un reactor per depurar purins** autosuficient i sostenible





**Química verda contra les emulsions. Separació del petroli en l'aigua de mar amb microones 2010-11**



**Podem separar el petroli de l'aigua de mar ?**

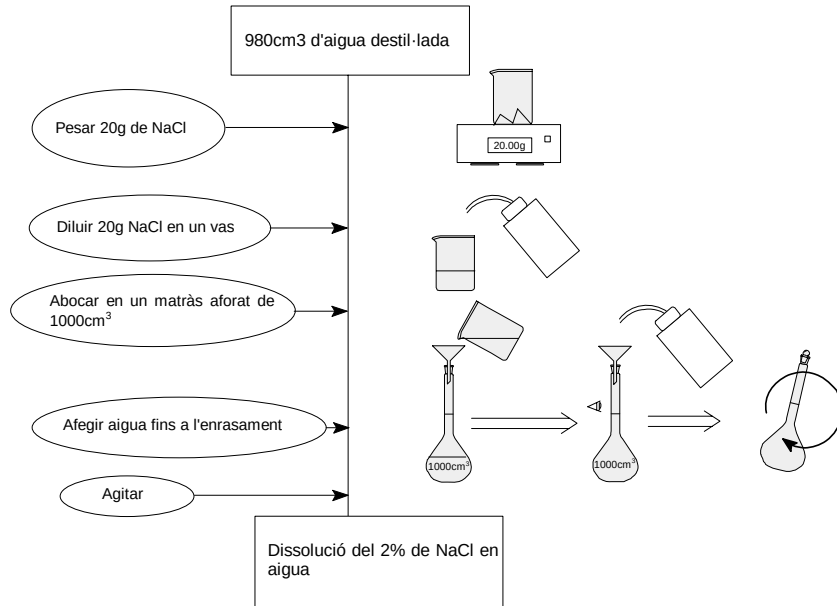
**Podem netejar de manera eficaç i sense contaminar les bodegues dels vaixells petrolers?**

**Objectius**

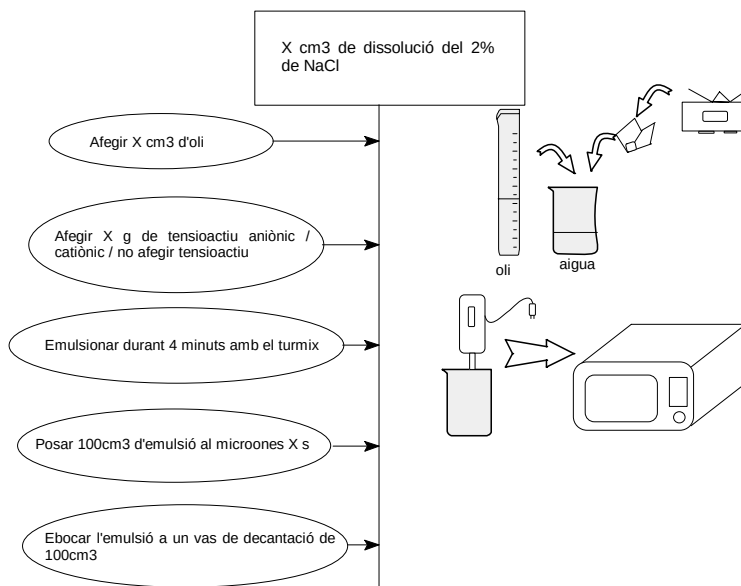
- Fer una **recerca bibliogràfica** sobre:
  - El problema del petroli abocat a alta mar, tant per part de vaixells com per plantes petrolíferes
  - Efectes sobre el medi
  - Problema polític a nivell mundial
  - Solucions en l'actualitat
- Estudiar experimentalment la **separació emulsions d'aigua i derivats del petroli mitjançant microones i optimitzar el procès**
  - diferents percentatges d'oli i de dissolució aquosa
  - diferents tensioactius
  - diferents temps.
- Fer una proposta d'aplicació de microones en un **vaixell depurador** d'aigua contaminada amb petroli.

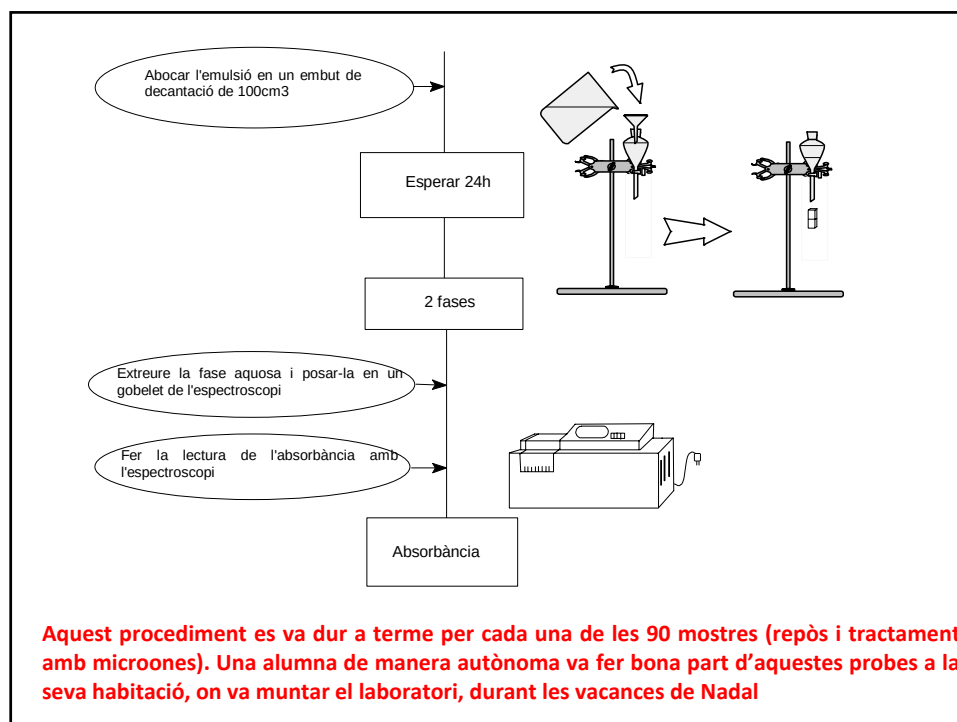
### Procediment

#### a) Preparació d'una dissolució d'aigua amb 2% de NaCl



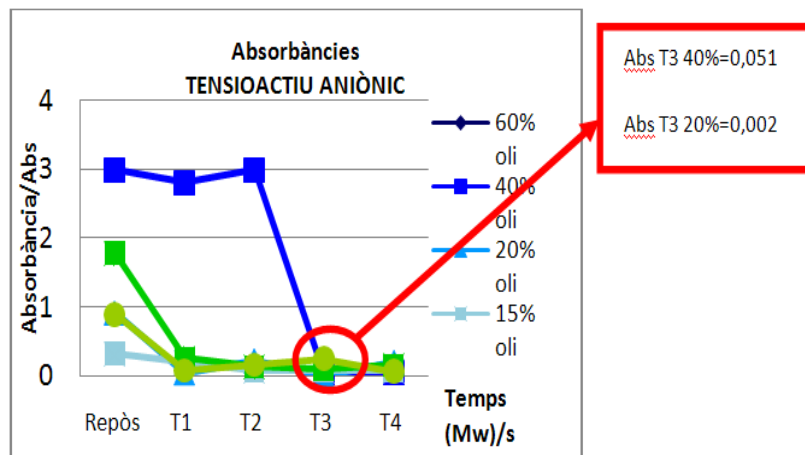
#### b) Preparació de les emulsions i posterior tractament amb microones





## Resultats

| PROBES |       | CARACTERISTIQUES                   |              |             |         |          |
|--------|-------|------------------------------------|--------------|-------------|---------|----------|
|        |       | Escalfament amb micrones P = 240 W |              |             |         |          |
| Sèrie  | Proba | Emulsió                            |              | Tensioactiu |         |          |
|        |       | Oli                                | Aigua 2%NaCl | Sense       | Aniònic | Catiónic |
|        |       | V/cm²                              | V/cm²        |             |         |          |
| A      | 1     | 60                                 | 40           |             |         |          |
|        | 2     | 60                                 | 40           |             |         |          |
|        | 3     | 60                                 | 40           |             |         |          |
| B      | 1     | 40                                 | 60           |             |         |          |
|        | 2     | 40                                 | 60           |             |         |          |
|        | 3     | 40                                 | 60           |             |         |          |
| C      | 1     | 20                                 | 80           |             |         |          |
|        | 2     | 20                                 | 80           |             |         |          |
|        | 3     | 20                                 | 80           |             |         |          |
| D      | 1     | 15                                 | 85           |             |         |          |
|        | 2     | 15                                 | 85           |             |         |          |
|        | 3     | 15                                 | 85           |             |         |          |
| E      | 1     | 10                                 | 90           |             |         |          |
|        | 2     | 10                                 | 90           |             |         |          |
|        | 3     | 10                                 | 90           |             |         |          |
| F      | 1     | 5                                  | 95           |             |         |          |
|        | 2     | 5                                  | 95           |             |         |          |
|        | 3     | 5                                  | 95           |             |         |          |



## CONCLUSIONS

- En general, a més irradiació menys absorbància, però si excedim el temps òptims d'irradiació amb microones l'absorbància torna a pujar.
- La presència d'un tensioactiu, ja sigui catiònic o aniònic, afavoreix la separació de les emulsions en dues fases, una d'oliosa i una altra d'aquosa.
- Sembla que l'agitació tèrmica adquirida per les molècules polars (aigua i tensioactiu) en irradiar les emulsions passa en part a les apolars i afecta els resultats.
- L'emulsió d'aigua amb un 40 % d'oli i tensioactiu aniònic, tractada amb microones durant un temps T3 (549s a 240W de potència) és la que millor s'ha separat.
- Segons la legislació vigent, la fases aquosa resultant de l'emulsió anterior ha millorat la seva puresa, però no suficientment per ser abocada directament al mar, ja que encara té una DQO massa alta i caldria un tractament biològic posterior.

## **7. FUTUR DELS TREBALLS DE RECERCA**

Si no s'assigna al menys una hora lectiva al professor tutor del treballs de recerca de tipus experimental aquest s'acabaran.

Es faran només treballs bibliogràfics

Es podran consultar els Treballs de Recerca del Seminari de Física i Química de l'INS de Castellar a:

<http://www.iescastellar.cat> | Departaments | Física i Química |

**MOLTES FELICITATS ALS ALUMNES I TUTORS GUARDONATS EN AQUESTA EDICIÓ**

**GRÀCIES PER LA VOSTRA ATENCIÓ**

Miquel Calvet  
INS de Castellar  
[mcalvet@xtec.cat](mailto:mcalvet@xtec.cat)