

TREBALL DE RECERCA:

IMPACTE AMBIENTAL

DELS DETERGENTS

I.E.S Ribera del Sió

Treball – 1

2011/2012

# I. Índex

➤ I. Índex.....	1
➤ II. Introducció.....	3
➤ III. Plantejament del problema.....	5
➤ IV. Metodologia.....	7
➤ IV.1. Coneixements previs: contaminació humana.....	7
1.1. Història de la contaminació.....	7
1.2. Tipus de contaminació.....	8
➤ IV.2. Informació general dels detergents.....	10
2.1. Història.....	10
2.1.1 Sabó.....	10
2.1.2 Detergents.....	11
2.2. Característiques detergents.....	11
2.2.1 Problemàtica dels detergents.....	11
2.2.2 Tipus de detergents.....	11
2.2.3 Components detergents.....	13
2.2.4 Tipus de taques.....	17
2.2.5 Problemes ocasionats per la utilització desmesurada dels detergents....	17
2.3. Diversos detergents i comparació.....	19
2.4. Impacte ambiental dels detergents.....	22
2.4.1 Com respectar el medi ambient?.....	24
2.4.2 Objectius de la comissió europea.....	24
➤ IV.3. Contaminació de l'aigua i eutrofització.....	25
3.1. Contaminació de l'aigua.....	25
3.1.1 Alteracions físiques de l'aigua.....	26
3.1.2 Alteracions químiques de l'aigua.....	27
3.1.3 Alteracions biològiques de l'aigua.....	28
3.1.4 Transmissions de malalties a través de l'aigua.....	29
3.1.5 Límits màxims de substàncies nocives presents en l'aigua pel consum	

humà.....	30
3.2 Eutrofització.....	31
➤ IV.4. Disseny experimental.....	32
4.1. Disseny inicial.....	32
4.2. Preparació i procediment experimental.....	37
4.3. Conclusions de la pràctica experimental.....	44
➤ V. Conclusions.....	45
➤ VI. Bibliografia.....	47
➤ VII. Agraïments.....	48
➤ VIII. Annexos.....	49
VIII.1 Glossari.....	49

## **II. Introducció**

*“Salvaguardar el medi ambient... És un principi rector de tot el nostre treball d'ajuda al desenvolupament sostenible; és un component essencial en l'eradicació de la pobresa i un dels fonaments de la pau” Kofi Annan.*

Vivim en un context de desenvolupament del coneixement, tecnològic i científic, en una societat cada cop més emprenedora on s'estenen les idees de la investigació, treball i perseverança per obtenir beneficis comuns i personals. El benefici representa una major comoditat i qualitat de vida però, habitualment, l'obtenim sense actuar en consciència amb el nostre futur i el del planeta.

La introducció dels detergents sintètics en la societat fa aproximadament un segle va millorar considerablement la higiene personal i pública, va ajudar a millorar l'alimentació, va fomentar la idea que tothom podia gaudir de millor salut i bellesa sense tenir gran quantitat de diners i va obrir un altre mercat econòmic. Des d'aleshores la utilització de detergents es va tornar un acte del dia a dia en qualsevol llar o indústria, fins que a mitjans dels anys seixanta alguns fenòmens mediambientals com l'eutrofització es van atribuir a l'afecte dels fosfats dels detergents. La creació de nous detergents sense fosfat va alimentar la idea que els problemes mediambientals derivats de l'home s'anirien eliminant progressivament. L'eutrofització és un fenomen extens, que no es pot produir sense fosfats, però existeixen altres problemes derivats de la química sintètica abocada per tot el planeta. Pel sol fet d'utilitzar la quantitat de detergents sintètics que utilitza el primer món, es desenvolupen problemes com l'escuma en les plantes depuradores, toxicitat en camps de conreu o en molts medis aquàtics, pertorbació de la sedimentació, efectes al sòl, impediment del desenvolupament de les algues, a més d'un malbaratament dels fòsfors (en el cas que encara s'utilitzi aquest producte). I això només són problemes a causa dels productes de neteja.

La contaminació dels detergents, per tant, no és res més que una peça més del gran puzzle creat per la contaminació mediambiental a causa de l'home. Una peça que pot servir d'inici per a desfer el conjunt i evitar completar el puzzle. No es tracta d'eliminar res del que hem aconseguit a base de proeses científiques i tecnològiques, sinó el contrari, intentar recordar els grans èxits per fer-ho encara millor. Més implicació en explicar que són i quins efectes tenen els components dels productes que s'introdueixen en la societat i, sobretot, donar informació sobre el procés d'extracció dels residus, on llençar-los o on abocar-los.

Cal reduir el consum de productes sintètics, entre ells els detergents, cal buscar formes menys perjudicials i igual d'efectives per la higiene personal i pública i cal conscienciar més i més la població. Tot el que sigui pel bé comú repercuteix a tots els individus, tot el que les grans organitzacions, els grans empresaris o els grans “celebrities” facin per l'ajuda de tots serà un exemple per la resta de la població. Per tant, des del meu humil punt de vista, vull reivindicar aquells que han assolit molt èxit i, un cop han cregut convenient, han donat diners o han ajudat pel benefici del planeta i el benefici públic. Des d'organitzacions mundials com les Nacions Unides (amb les seves respectives rames), les ONG, persones amb esperit voluntariós, fins a grans empresaris (la fundació Bill i Melinda Gates és l'organització privada de caritat més gran del món).

L'exsecretari general de les Nacions Unides, Kofi Annan, ja va advertir que cuidar el medi ambient ja no correspon només al fet de conservar la salut i d'eliminar la contaminació del planeta. Ajudar al desenvolupament sostenible significa noves rames d'investigació de tecnologies i recursos més barats i accessibles pel tercer món; significa alleujar un mercat econòmic enorme en el primer món; d'alguna manera, evita possibles guerres i enfrontaments futurs pels recursos més utilitzats avui en dia (petroli, fosfats o, per què no, l'aigua).

Avui en dia tots tenim clar la importància de cuidar el medi ambient, la nostra llar, el nostre futur. Potser l'efecte mediàtic de l'escalfament global ens ha fet obrir els ulls i ens ha fet reflexionar sobre el nostre paper en aquest món. Per fi hem començat a entendre que el nostre pas només és transitori i que, algun dia deixarem d'ocupar el planeta i de ser l'espècie dominant, com a tantes i tantes altres els ha passat. Per això, si no volem accelerar aquest procés i que la mateixa naturalesa se'ns giri en contra, hem d'actuar conjuntament per treballar per una vida millor i, alhora, per una llar sana i saludable per tots els nostres progenitors.

La natura fa grans obres sense esperar cap recompensa. La vida segurament és l'obra més gran mai existida. Nosaltres hauríem de pertànyer a aquest grup selecte. Però li estem fent una gran obra a la natura? Aquesta és la reflexió que tots hem d'interioritzar i, d'una vegada per totes, lluitar per un benefici comú i del planeta.

### **III.Plantejament del problema**

La intenció d'aquest treball no és res més que introduir una petita aportació en la lluita contra l'eradicació de la contaminació i la conservació de la natura tal i com la van trobar els primers representants de la nostra espècie. L'objectiu no es realitzar una gran investigació, ja que no dispo dels recursos tècnics i econòmics suficients per fer-ho, però sí revelar el caràcter contaminant de tots els detergents, tinguin o no fosfats, i el problema principal dels detergents amb fosfats: l'eutrofització.

El treball consistirà en la comparació de l'efecte dels dos tipus de detergents (detergents amb fosfats i detergents sense fosfats) i una anàlisi del contingut de fosfat i valoració del pH al final del procediment. Evidentment, no es pot ni es permet alterar un medi natural. Per tant, l'analítica es realitzarà reproduint de manera més exacta possible un ecosistema aquàtic en unes peixeres. L'objectiu serà comparar i valorar l'efecte dels dos tipus de detergents, observar com es desenvolupen i actuen els éssers vius davant la introducció de substàncies químiques no inherents en el seu medi original, observar el canvi de coloració de l'aigua i explicar les causes, argumentar el per què de la quantitat del fosfat final i anotar el valor del pH, en els dos casos en cada peixera. Com a resultat final, seria de brillant èxit aconseguir desenvolupar l'efecte de l'eutrofització, procediment que es desenvolupa de manera habitual i preocupant en rius i llacs a causa dels fosfats continguts en alguns detergents.

Probablement la societat en general no té el coneixement de quins són els components que hi ha en els detergents, per què tenen la facultat de netejar i eliminar la brutícia i per què la majoria són perjudicials. Partint de la base que tots són nocius per la salut, hem de deixar enrere aquest egocentrisme i pensar que també ho són per la natura en general. Sé que sona estúpid i irracional, però si nosaltres no ingerim els productes de neteja, sembla lògic que tampoc vulguin fer-ho els animals aquàtics residents en un determinat llac o les algues d'un embassament, com tampoc l'aigua del planeta que és l'agent principal de la nostra vida i, com a tal, s'hauria de tractar amb responsabilitat i lleialtat. De fet, l'objectiu del projecte és concretar i desenvolupar què és un detergent, però principalment experimentar amb les seves conseqüències més habituals: com afecten en les aigües i quins problemes causen. Per tant, és imprescindible determinar què és necessari per afectar l'aigua i els organismes residents, des de quines substàncies alteren més la seva composició fins a quins problemes se'n deriven de la seva contaminació (mort d'éssers vius, excés d'organismes, coloració no adequada, mal sabor o olor, transmissió de malalties...).

M'agradaria assolir els coneixements per poder determinar i elegir quins detergents són menys contaminants i quins tenen el millor efecte de neteja. Si existeix alguna relació entre els detergents amb fosfats i els que no tenen fosfats, si només varia aquest component entre ells, quins són més efectius o si la utilització de fosfat es tracta només d'un fet purament econòmic. Els tipus de detergents venen determinats per l'eficàcia d'un determinat producte en les diferents classes de taques o brutícia. Quins s'han d'utilitzar en cada cas i quines substàncies són les responsables també serà d'interès, sobretot de cara a l'ús d'aquests productes en la vida personal. Segurament en l'eficàcia d'un producte de neteja influeix el preu de les substàncies que s'han de combinar per crear un detergent a l'hora de plantejar la comercialització del producte, a més d'altres factors provinents de la publicitat o el màrqueting. Si el producte és molt car, tot i ser més eficient, es vendrà menys. També es pot comprovar que, generalment, com menys contaminant és el producte més valor econòmic té a causa de l'elecció més compromesa en la combinació de les substàncies i de la investigació realitzada per elaborar el detergent. Finalment, crec que és oportú explicar si les autoritats han considerat restringir la utilització d'alguns productes de neteja, si el contingut de fosfat en els detergents genera tanta controvèrsia com sembla i remarcar el valor de les organitzacions en defensa del medi ambient.

Per realitzar el treball necessitaré gran quantitat d'informació que, de ben segur, trobaré en la xarxa. Un altre problema serà aconseguir el material suficient per realitzar la pràctica (un mínim de tres peixeres, detergents, pipeta, detector de fosfat, paper indicador de pH...) que no em podrà proporcionar el centre en tota la seva totalitat i hauré de buscar en un altre lloc. També serà problemàtica l'elecció d'un lloc adequat per desenvolupar la pràctica correctament (condicions d'espai, temperatura i llum solar). A més a més, la informació obtinguda constarà de conceptes que requereixen certs coneixements. Els conceptes de difícil comprensió seran agrupats en un glossari que afegiré a les darreres pàgines. Aquest glossari estarà dividit en un apartat de coneixements previs i un altre de conceptes teòrics on es podran trobar les paraules del treball seleccionades amb un superíndex.

Una vegada fet el projecte, serà de vital importància elaborar una conclusió que certifiqui que la majoria de preguntes i problemes plantejats han tingut resposta.

## **IV. Metodologia**

### **IV.1. Coneixements previs: contaminació humana**

#### **1.1 Història**

La contaminació del medi mitjançant l'acció humana és un dels problemes més grans que existeixen al planeta i un dels més perillosos. La mateixa naturalesa podria acabar amb l'espècie humana.

El concepte general de contaminació és la introducció d'agents biològics, químics o físics en un medi on no hi pertanyen. Existeixen diversos tipus de contaminació, però les tres més importants són la contaminació de l'aire, del sòl i, evidentment, de l'aigua. Segons el tipus de font d'on prové la contaminació pot ser classificada en contaminació puntual, contaminació lineal i contaminació difusa. Evidentment, la classificació més habitual és pel tipus de contaminant que s'emet o medi que es contamina: sòl, aigua, aire, electromagnètica, tèrmica...

La contaminació de l'aire sempre ha estat present entre la vida humana. Des de la variació de l'aire en les coves prehistòriques, la producció de metalls en les antigues civilitzacions grega, romana i xina, i fins a l'inici de la revolució industrial amb la crema de carbó a Londres. Va ser aquesta revolució la que va iniciar el concepte de contaminació ambiental, amb l'aparició de grans fàbriques i el consum de grans quantitats de combustibles fòssils i carbó. La contaminació va adquirir certa importància després de la Segona Guerra Mundial a causa de les grans repercussions que va tenir la pluja radioactiva ocasionada per la guerra i els assajos nuclears. Després de la catàstrofe de la gran boira de Londres el 1952 on van morir unes 4000 persones, es va crear una de les primeres lleis ambientals modernes, la Llei de l'Aire Net, que com a conseqüència provocaria la creació de diverses lleis i restriccions a diversos països, sobre tot a Estats Units. Durant la Guerra Freda es van realitzar assajos amb armes nuclears que van produir certa radioactivitat amb greus efectes per a la població humana. El desastre de Txernòbil, entre d'altres, va precipitar la pèrdua de confiança del gran públic. Actualment s'ha desenvolupat el moviment ecologista, que té com a objectiu protegir el medi ambient i disminuir l'impacte dels éssers humans en la naturalesa.



## **1.2 Tipus de contaminació**

### **Contaminació atmosfèrica**

Consisteix en l'alliberació de substàncies químiques i partícules a l'atmosfera alterant la seva composició i creant un risc per a la salut dels éssers vius. Exemples d'aquest tipus són la pluja àcida i l'escalfament global.



### **Contaminació hídrica**

Consisteix en l'alliberació de residus o contaminants químics en l'aigua, llacs, aqüífers, rius... Les fugues de petroli a mar obert i l'eutrofització pertanyen a aquest grup de contaminació.

### **Contaminació del sòl**

Es produeix quan productes químics són alliberats sobre el sòl. Els hidrocarburs<sup>1</sup> i els seus derivats són els contaminants de sòls més utilitzats. També ho són els abocadors d'escombraries de les grans ciutats. Aquest tipus de contaminació pot afectar de forma directa a la salut humana si entra en contacte amb les fonts d'aigua potable.



### **Contaminació per escombraries**

Les grans acumulacions de residus i d'escombraries són un problema cada cop més gran que s'origina als grans nuclis urbans.

### **Contaminació espacial**

Correspon a les restes de coets i satèl·lits antics que segueixen orbitant al voltant de la Terra. Aquestes escombraries poden perjudicar seriosament el llançament de futurs satèl·lits.

### **Contaminació radioactiva**

L'ús de materials radioactius, els assajos d'activitats amb la física nuclear<sup>2</sup> o les investigacions d'armes nuclears poden provocar greus problemes i desperfectes pel medi ambient.

### **Contaminació genètica**

Es produeix amb la transferència incontrolada de material genètic a una població salvatge, és a dir, quan uns organismes genèticament modificats es reproduïxen amb organismes no modificats. Com a resultat es poden extingir els organismes no modificats genèticament o els seus gens es poden

mesclar i poden deixar de mostrar les seves característiques.

### **Contaminació electromagnètica**

Produïda per les radiacions de l'espectre electromagnètic<sup>3</sup> generat pels equips electrònics o altres productes derivats de l'activitat humana: antenes de telefonia mòbil, electrodomèstics, torres d'alta tensió i transformadors... Per aquesta contaminació existeixen tres classes de perills: perills elèctrics que poden danyar éssers vius i aparells elèctrics, perills d'incendi i perills biològics, que podria ser la causa d'alguns càncers.

### **Contaminació tèrmica**

Consisteix en el canvi de la temperatura de l'aigua a causa de l'activitat humana, com l'ús d'aquesta en plantes d'energia. L'augment artificial de la temperatura pot tenir conseqüències negatives per alguns éssers vius d'un determinat hàbitat perquè canvia les condicions naturals del medi on viuen.



### **Contaminació acústica:**

Compren el soroll dels grans nuclis urbans produïts per vehicles, avions o les indústries. Poden alterar la capacitat auditiva de les persones i produir l'estrès.

### **Contaminació visual:**

Aquest concepte es pot referir a la presència de torres pel transport d'energia elèctrica, balles publicitàries a les carreteres o abocadors a cel obert.

### **Contaminació lluminosa**

Es produeix durant la nit en les grans urbanitzacions i disminueix i distorsiona la llum de qualsevol astre espacial i afecta el treball dels observatoris i els astrònoms.



## **IV.2.Detergents**

### **2.1. Història**

Els productes de neteja són essencials en la nostra vida diària. Ens permeten eliminar la brutícia, gèrmens i altres contaminants de manera efectiva, principis bàsics de la societat del benestar en la que vivim. Mitjançant la utilització dels detergents, la nostra vida és més saludable i segura, les nostres llars i possessions es mantenen en bon estat i, en conseqüència, gaudim de més plaer.

#### **2.1.1. Sabó**

Un sabó és una substància composta per dos parts, una lipòfila o hidròfoba (que no té afinitat per l'aigua) i una hidròfila (que té afinitat per l'aigua).

Per entendre la història dels detergents és imprescindible entendre el desenvolupament de la utilització del sabó i l'evolució del concepte d'higiene o neteja al llarg de la civilització humana.

El naixement del sabó té lloc durant l'antiguitat. Els sumeris (3000 anys aC) ja en fabricaven. Bullien diverses bases juntes i utilitzaven el seu residu per a rentar-se. També la gran civilització egípcia mesclava aigua amb olis i ceres d'origen vegetal o animal per crear un producte sabonós, que també utilitzarien els grecs i els romans. Els gals també aportarien als romans una altra manera de fer sabó, la cendra de faig combinada amb greix de cabra serviria per untar els cabells. En les excavacions en l'antiga ciutat romana de Pompeia s'han trobat restes d'una antiga fàbrica de sabó que data de més de 1900 anys, la qual cosa indica la importància de la neteja per l'imperi Romà (segurament utilitzada per l'aristocràcia).

Durant el segle VII el sabó ja estava extens pel sud d'Europa i, en la ciutat italiana de Savona, van començar a elaborar els primers sabons amb oli d'oliva (tècnica que es creu elaborada pels musulmans). El segle XV apareix a Marsella el sabó que es considera precursor dels actuals. Consistia en una mescla d'ossos (rics en potassi) i greixos vegetals.

El principal problema fins al segle XV va ser que els principals nuclis de vida social a les ciutats eren els balnearis. Aquests centres de neteja van ser considerats tabú durant l'Edat Mitjana i el sabó va deixar de ser utilitzat. Fins i tot, la gent vestia la mateixa roba durant setmanes i intentaven amagar les males olors amb la utilització de perfums.

No va ser fins el segle XVIII, en els inicis de la Revolució Industrial, quan els metges van començar a apreciar el sabó per la importància que tenia la higiene en la salut. La importació de grasses barates procedents de les colònies van possibilitar la fabricació massiva de sabons.

## **2.1.2 Detergents**

Els primers detergents (detergent prové del llatí, significa netejar) fabricats tal i com els coneixem avui en dia van ser elaborats a Alemanya durant la Primera Guerra Mundial. El propòsit de la investigació per realitzar nous mètodes de creació de productes de neteja va ser la carència d'àcids grassos per fer sabó durant l'època de la Gran Guerra. Tot i això, el primer detergent va ser fabricat a Alemanya el 1907 (van afegir al sabó tradicional perborat de sodi<sup>4</sup>, silicat de sodi<sup>5</sup> i carbonat de sodi<sup>6</sup>). Actualment els derivats dels hidrocarburs són els substituïts dels àcids grassos. El 1930 es van començar a sintetitzar substàncies derivades del petroli. Després van descobrir-se altres ingredients que, afegits a substàncies detergents, van aconseguir crear un producte amb major capacitat netejadora.

## **2.2 Característiques detergents**

### **2.2.1 Problemàtica dels detergents**

És evident que actualment utilitzem molts cops el terme detergent per a referir-nos a tot el conjunt: detergents i sabó, tot i que la diferència és molt ampla. La diferència principal recau que la majoria de sabons són biodegradables<sup>7</sup>.

Des dels primers detergents fabricats, degut a la matèria grassa constitutiva i els additius afegits, els detergents sempre han estat resistents a la biodegradació, especialment els composts formats per derivats del petroli.

Des dels anys seixanta, aquesta resistència dels detergents a la biodegradació ha provocat certa controvèrsia, sobretot per la seva permanència en un medi aquàtic. El compost de fosfat, responsable del procés de l'eutrofització, utilitzat en els detergents durant els anys seixanta i setanta suposava entre el 60% i el 65% del pes del producte. Canadà va ser el primer país que va incorporar a la seva legislació un límit de 2,2 % en la proporció del compost de fosfat. Actualment alguns països prohibeixen els detergents amb més de 0,5 % de grup fosfat.

### **2.2.2 Tipus de detergents**

Avui en dia es poden trobar al mercat diferents tipus de detergents, tots amb característiques diferents, que fan que es comportin de manera diferent en les aigües residuals. Tots els detergents estan formats per una cadena no polar i hidròfoba (no soluble en aigua) amb un número de carbonis igual o major a 8, que és la part que els hi proporciona la facultat de "detergència", i per un cap polar o hidròfil (insoluble en greixos però soluble en aigua) que és el que defineix els tipus de tensioactius (substàncies que disminueixen la tensió superficial entre l'aigua i l'aire o l'aigua i el greix. Tota molècula tensioactiva es compon d'una part hidròfila i d'una hidròfoba).

### **Aniònics**

Són el tipus més utilitzat, fins a un 50% de la producció total de detergents. Són lleugerament irritants i els trobem sobretot en xampús. El seu preu és el més econòmic.

Segons la funció del grup poden classificar-se en sulfats, alquils o fosfats. En aigües dures<sup>8</sup> aquests detergents formen sals insolubles amb els ions calci i magnesi, fet que facilita la separació mitjançant el procés de sedimentació.

### **Catiònics**

S'utilitzen bàsicament amb els suavitzants, tot i que també poden actuar de desinfectant. Són tòxics i a seva ingestió pot matar. Evidentment, és imprescindible tenir cura a l'hora de reutilitzar les aigües per evitar una possible irrigació i el consum humà o animal.

### **No-iònics**

Utilitzats freqüentment per rentar vaixel·la, ja que són efectius com a emulsionant i desengreixant. En les aigües on hi ha traces d'olis i greixos, aquests detergents formen emulsions que, en el cas d'una depuradora, provoca embussos i dificulta el seu funcionament.

### **Enzimàtics**

L'ús d'enzims optimitzen l'eficiència dels detergents i permet el rentat a temperatura més baixa i en cicles més curts, reduint el cost energètic. Tot i ser molt efectius, no són els més populars degut al seu elevat preu.

Les aigües que han estat tractades amb aquest tipus de detergent i, per tant, posseeixen residus propis de les seves característiques, s'han de controlar amb molta cura. Els enzims poden interactuar amb determinants substrats orgànics afectant negativament el sòl (sobretot en l'agricultura).

### **Amfòters**

Són utilitzats en xampús, sabons i cosmètica. Les seves característiques varien depenen del pH del medi (en medi bàsic fan de cations i en medi àcid actuen d'anions) que modifica el grup hidròfil que tenen aquest tipus de detergents.

### **2.2.3 Components dels detergents**

#### **➤ Tensioactius**

Són productes químics orgànics que s'obtenen de grasses o olis a través de complexes reaccions químiques. S'encarreguen de passar la brutícia de la roba a l'aigua i evitar que torni a dipositar-se a la roba; en definitiva, fan l'aigua suficientment digna com per què entri en els petits espais del teixit de la taca i la dissolgui. Són els sabons de tota la vida i també ho són els alcohols grassos, entre d'altres. Però amb l'aigua dura la seva eficàcia queda molt reduïda i es necessiten coadjuvants.

Els tensioactius són el component més important dels detergents. Però com tot el producte en sí, tenen l'inconvenient de convertir-se en un agent contaminant un cop s'han utilitzat perquè s'acumulen en el medi ambient. Els principals mètodes que s'utilitzen per eliminar-los del medi són:

#### **Mètode d'eliminació generant espuma**

És el mètode més simple i, alhora, el menys efectiu. Consisteix en remoure l'aigua que conté tensioactius per generar espuma on tendeixen a acumular-se. Després s'elimina l'espuma. És poc utilitzat, no només perquè és poc efectiu, sinó perquè l'espuma provoca problemes en les depuradores.

#### **Mètode d'addició de detergents catiónics**

En aquest cas només existeix funcionalitat en els detergents aniònics (tensioactius aniònics). S'afegeixen tensioactius catiónics i es desenvolupa una reacció que té com a producte una sal soluble que es precipita i s'elimina de l'aigua. El mètode és força car. A més, cal remarcar que els tensioactius catiónics són encara més tòxics que els aniònics.

#### **Mètode per col·lació sobre el terreny**

Serveix únicament quan s'aprofita la gran capacitat d'absorció dels tensioactius en un terreny amb plantes. Els sediments fan que, davant l'abocament d'aigua amb els tensioactius en el terreny, separen la matèria orgànica i els tensioactius que es queden en els sediments i les plantes absorbeixen l'aigua. L'inconvenient principal és que els tensioactius es queden en el terreny.

#### **Mètode d'eliminació per absorció**

S'utilitzen substàncies amb la capacitat d'absorció, per exemple el carbó o el silici. Aquestes substàncies s'introdueixen en forma de petites partícules en l'aigua amb tensioactius. D'alguna manera les partícules dels tensioactius i de les substàncies amb capacitat d'absorció estableixen contacte i, un cop es crema, es produeix una combustió que elimina els tensioactius.

### **Mètode d'eliminació mitjançant coagulants**

La coagulació és el procés que s'intenta agrupar partícules col·loïdals amb tensioactius formant partícules d'una mida més gran per poder-les eliminar mitjançant la sedimentació. Els coagulants més utilitzats són el  $\text{Fe}^{3+}$  i  $\text{Al}^{3+}$ . Són cations amb molta carga que interaccionen amb els tensioactius formant un producte de mida suficientment gran com per ser sedimentat.

### **Mètode d'eliminació per l'oxidació<sup>9</sup> química**

Els tensioactius són matèria orgànica que es poden oxidar amb aigua oxigenada ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), amb ozó ( $\text{O}_3$ ), amb oxigen ( $\text{O}_2$ ) o amb qualsevol oxidant.

Tot i la utilització d'aquests possibles mètodes d'eliminació de tensioactius, el mecanisme més important a l'hora de desfer-se'n és per biodegradació, en un medi natural o en les depuradores. Es distingeix entre biodegradació primària o biodegradació total:

#### **Biodegradació primària**

És aquella que la molècula que es degrada perd alguna de les seves propietats bàsiques. És a dir, la molècula perd el seu caràcter de tensioactiu.

#### **Biodegradació total**

La molècula es transforma totalment, es divideix en diferents compostos orgànics. Per tant, s'elimina del tot el tensioactiu i deixa de ser contaminant.

És imprescindible que els tensioactius d'un determinat detergent passin un test de biodegradació. En aquest test s'ha de comprovar que els tensioactius, un cop han estat utilitzats, siguin biodegradables. El test es compon dels següents passos:

1. Seleccionar un medi biològic adequat per reproduir les condicions del medi natural on estarà destinat el tensioactiu (riu, mar, depuradora...).
2. Comprovar que el tensioactiu no perd el caràcter biodegradable variant les condicions de temperatura, concentració de tensioactiu, concentració de microorganismes...
3. Avaluar la velocitat de degradació del tensioactiu amb contacte amb els éssers vius.

## ➤ Coadjuvants

El més utilitzat és el tripolifosfat de sodi (TPFS). Un altre coadjuvant és el silicat de sodi que protegeix la rentadora de la corrosió i controla altres propietats químiques que també controla el TPFS.

El **TPFS** ( $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ) és el fosfat més comú entre els detergents. És un producte sòlid que es presenta en forma de pols o granulat, de color blanc, que no té olor i és fàcilment soluble en aigua; té un pH de 9,4 aproximadament (indica que és una substància base). És un fosfat procedent de una reacció de condensació<sup>10</sup> que implica una deshidratació<sup>11</sup> d'una mescla d'ortofosfats<sup>12</sup>. Matèries primeres: àcid fosfòric ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) i font de sodi ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  i/o  $\text{Na OH}$ ). El TPFS té diverses propietats i compleix diferents papers en la neteja:

1. Estovador: disminueix la duresa de l'aigua i permet que els tensioactius actuïn, a més d'evitar les incrustacions de calci i magnesi que acumulen brutícia i bacteris i, en conseqüència, desgasten la roba.
2. Corrector d'alcalinitat: permet que altres ingredients (com el silicat de sodi) facin el seu treball.
3. Tensioactiu auxiliar: ajuda que aquests puguin complir el seu paper correctament.
4. Estabilitzant: permet l'emmagatzematge i evita la compactació i l'aglomeració.

## Substituts TPFS

Després de molts anys d'investigació no s'han trobat cap mena de compostos capaços de substituir el TPFS amb la mateixa eficàcia, només s'ha pogut crear detergents sense fosfat amb combinació de diversos compostos químics. En conclusió, un detergent amb fosfat i un altre sense fosfat són dos productes totalment diferents. Aquests substituts són:

1. Zeolita<sup>13</sup> de sodi

És una zeolita sintètica, actualment un dels substituts més importants. En comparació amb el TPFS presenta diversos inconvenients i avantatges:

Inconvenients: els ions han d'estar en dissolució per a produir l'intercanvi. La zeolita de sodi és insoluble en aigua.

Avantatges: evita incrustacions entre les peces per la seva fase heterogènia durant el sistema de neteja.

2. Un tipus de sals procedents del sodi

Tenen l'avantatge que són solubles en aigua, no són tòxics i són altament biodegradables. Tot i això, resulta molt car i no abunda en els mercats.



## **Problemes ambientals derivats del TPFS**

Tot i que es tracta d'un producte molt conegut, incolor, biodegradable i que porta molts anys al mercat, el TPFS està acusat de contribuir a l'eutrofització (creixement excessiu d'algues), problema que es pot eliminar al depurar les aigües residuals urbanes, que en un futur probablement succeeixi per tota Europa. El TPFS no pot causar l'eutrofització per sí sol, és necessari fòsfor, nitrogen, carboni, etc. D'altra banda, els detergents sense fosfats porten compostos químics d'efectes poc coneguts en el medi ambient en un futur i no es pot predir les seves conseqüències ni si tenen a veure en l'efecte de l'eutrofització. Tot i això, fa uns anys que es van prohibir l'ús de detergents amb fosfats en alguns països sense haver solucionat els problemes de l'eutrofització. Sembla que el problema mediambiental de l'eutrofització depèn de diversos i múltiples conceptes de difícil solució. No està demostrat que l'ús de detergents sense fosfats sigui més ecològic que l'ús de detergents amb fosfats, ni tampoc el contrari.

### ➤ **Blanquejadors**

No només blanquegen, sinó que també maten els bacteris i alliberen oxigen. El més utilitzat és el perborat de sodi, però com que aquest actua generalment a més de 60°C, s'utilitza el compost EDTA<sup>14</sup> per a temperatures baixes. Últimament es comencen a utilitzar nous peròxids per a algunes formulacions de blanquejadors ja que es comporten com l'aigua oxigenada sòlida.

### ➤ **Additius**

Acostumen a ser quantitats molt petites i principalment són:

Enzims: faciliten l'eliminació de la taca catalitzant reaccions, generalment les taques de proteïnes (sang, ous, llet...).

Blanquejadors fluorescents: milloren el blanc de la roba.

Antiespumants: silicones que controlen el nivell de l'escuma.

Perfums i conservants de l'homogeneïtat.

### ➤ **Cargues**

Principalment són sulfat de sodi (en detergents amb pols), aigua i dissolvents (en detergents líquids) per ajustar la quantitat del producte al recipient que hem de col·locar a la rentadora. Els detergents molt concentrats es componen de poca o cap carga.

## **2.2.4 Tipus de taques**

Cada tipus de taca és diferent i requereix un component del detergent diferent per ser eliminada.

Els diferents tipus de taques s'engloben mitjançant l'agent que les provoca:

### **Taques de grassa i de pigments**

Són les causades per la mantega, maionesa, oli del cotxe o pintallavis. Els agents encarregats d'aquesta feina són els tensioactius, que dissolen la brutícia per què sigui eliminada mitjançant l'aigua.

### **Taques proteiques i amilases<sup>15</sup>**

Són les produïdes, entre altres productes, per la sang, la llet, la suor, la xocolata o l'herba i s'eliminen mitjançant l'activitat enzimàtica<sup>16</sup>, és a dir, amb l'addició d'enzims (proteases i amilases) que tallen les cadenes de proteïnes que componen la taca.

### **Taques oxidables**

Per eliminar-les s'utilitzen blanquejadors oxigenats (com el perborat de sodi) que alliberen oxigen de les taques per netejar-les. Pertanyen a aquest tipus de taques les de cafè, les de fruita i les de vi (les més difícils d'eliminar). La capacitat per acabar amb aquest tipus de brutícia mesura l'eficiència de blanqueig.

## **2.2.5. Problemes ocasionats per la utilització desmesurada dels detergents:**

### **Espuma**

Apareix en les plantes de tractament d'aigua. El detergent afecta la sedimentació primària i provoca problemes en l'operació que s'ha de realitzar.

### **Toxicitat en l'agricultura**

Els detergents poden contaminar el sòl i, en conseqüència, els cultius agrícoles. Poden disminuir el creixement de les plantes i, fins i tot, causar diverses anomalies, entre elles la mort del cultiu.

### **Toxicitat en la vida aquàtica**

Aquest problema està intrínsecament relacionat amb el procediment de l'eutrofització. Es relaciona amb el poder que tenen alguns components del detergent per contaminar un medi aquàtic i provocar variacions en l'ecosistema.

### **Malbaratament de fòsfors**

Un dels problemes que prové de la gran quantitat de fosfat que hi ha a la majoria de detergents, és que aquest element és un principi vital de vida per a molts éssers vius, per tant, necessaris per al creixement dels cultius. Concretament, les fonts de fosfats són limitades i en un futur podria afectar en les dosis d'utilització d'aquest recurs natural tan important i, a la vegada, un gran agent contaminant segons la seva utilització.

### **Efectes dels enzims actius**

Els detergents de tipus enzimàtic poden provocar greus problemes quan estan actius. Poden afectar directament als éssers vius o als nutrients que necessiten per la seva alimentació.

### **Eutrofització**

El fenomen de l'eutrofització és causat per l'augment dels nutrients en un ecosistema, generalment en un aquàtic: llac o bassa. Aquesta gran concentració d'aliment o matèria orgànica produeix hipòxia mediambiental (gran escassetat d'oxigen), mort de part dels éssers vius o canvi de color de les aigües, provocat per un creixement ràpid de la població d'algues i microorganismes.

L'increment de la concentració de nutrients pot tenir causa humana o natural, però el tema de preocupació recau en la modificació ambiental de



l'home: abocaments incontrolats de l'home procedents d'indústries o d'aigües residuals urbanes, aigües utilitzades en l'agricultura de naturalesa química perjudicial, etc.

Habitualment, l'eutrofització d'un medi provoca un augment de la biomassa però disminueix la diversitat d'espècies. Amb l'augment de nutrients els organismes fotosintètics<sup>17</sup> augmenten a un ritme vertiginós i, per tant, la quantitat d'oxigen també.

Amb el gran nombre d'éssers vius que s'apleguen a l'ecosistema, finalment no queda prou oxigen perquè tots puguin respirar. El volum de nutrients també disminueix clarament i això fa que la majoria d'éssers vius morin. Únicament queden els organismes descomponedors a qui se'ls gira molta feina amb tants éssers morts. Aquests organismes alliberen metà i àcid sulfúric, entre d'altres substàncies, que poden arribar a ser tòxiques. També alliberen sofre, responsable del color verd dels ecosistemes aquàtics que han sofert un procés d'eutrofització.

## **2.3 Diversos detergents i comparació**

Una marca comercial (Eroski) va realitzar una pràctica experimental amb la intenció d'esbrinar quins eren els detergents més ecològics, quins els més econòmics i quins els més contaminants.

### **Experimentació**

Informació, característiques i comparació de vuit detergents per a rentadores seleccionats a l'atzar, a partir dels criteris de jutjar l'eficàcia contra les taques en un teixit de cotó i un altre de sintètic. En tots els casos les rentadores eren de la mateixa marca i model, l'aigua en la mateixa temperatura (30°C) i es van utilitzar en cada cas la dosi que el mateix producte recomana en l'etiquetatge.

Sobre el cotó es van aplicar oli mineral, oli vegetal, maionesa i mantega. Sobre el teixit sintètic es van utilitzar pintallavis, oli vegetal, oli de cacauet, grassa animal i maquillatge. Els detergents en pols ofereixen un poder més alt de neteja (41% en cotó i 51% en teixits sintètics), superior als detergents líquids (33% en cotó i 34% en detergents sintètics).

L'activitat enzimàtica mesura l'eliminació de taques proteiques i amilases. Contra les taques de sang, cacau, llet, herba o cacauet, l'únic que assoleix el "molt bé" és l'Ariel líquid. En el cas de l'eficàcia blanquejadora (capacitat d'eliminar taques com les de cafè, te, vi o fruita) els detergents líquids tenen força avantatge degut a la seva qualitat aquosa.

En la següent descripció es pot comprovar com la majoria de detergents ja no tenen fosfat (principal agent d'eutrofització) entre els seus components i ho substitueixen les zeolites perquè són més ecològiques, però són insolubles a l'aigua i s'acumulen al fons dels llacs i els rius, amb les conseqüències pertinents a l'hora de potabilitzar l'aigua. Per tant, queda clar que la prohibició dels fosfats no elimina la contaminació provocada pels detergents (en la pràctica del treball es comprovarà com els detergents amb o sense fosfat contaminen, amb les diferències corresponents de cada detergent).

### **Els vuit detergents:**

#### **Dixan**

1. Detergent en pols.
2. 0,23 € per rentada, el detergent en pols més econòmic dels estudiats.
3. La millor relació qualitat-preu dels vuit detergents.

Un dels més ben etiquetats. Conté una quantitat baixa de zeolites (contaminants). Sense fosfat. Destaca pel seu gran poder de blanquejador i no és especialment agressiu amb els colors de la roba.

4. Bona qualitat global de neteja.



## Wipp

1. Detergent en pols.
2. 0,25 € per rentada.
3. Contingut més baix de zeolites i tampoc te fosfat. Molt eficaç i aporta un alt grau de blanqueig. No és agressiu amb els colors de la roba.
4. Molt bona qualitat global de neteja.



## Ariel

1. Detergent en pols.
2. 0,27 € per rentada, el més car de tots els detergents estudiats.
3. Etiquetatge molt complert. Alt contingut de zeolites i sense fosfat. Bona eficàcia netejadora, no destaca per ser especialment agressiu amb els colors.
4. Bona qualitat global de neteja.



## Colon

1. Detergent en pols.
2. 0,25 € per rentada.
3. El més contaminant de tots. Alta quantitat de fosfat i del tipus més contaminant (tripolifosfat). Gran eficàcia de blanqueig, poc agressiu amb els colors.
4. Bona qualitat global de neteja.



## Dixan

1. Detergent líquid
2. 0,20 € per rentada, el més barat dels vuit
3. La millor relació qualitat-preu entre els líquids. Sense zeolites ni fosfats. Poca eficàcia de neteja, sobretot a l'hora d'exercir de blanquejador. Tot i això, és dels que més protegeixen el color de les peces de roba.
4. La qualitat global de neteja és acceptable.



## Wipp

1. Detergent líquid
2. 0,21 € per rentada
3. Sense zeolites ni fosfats. Poca eficàcia de neteja. Força protecció del color de les peces de roba.
4. La qualitat de neteja és acceptable.



## Ariel

1. Detergent líquid
2. 0,25 € per rentada, el més car entre els líquids
3. Dels detergents millor etiquetats. Sense zeolites ni fosfats. Destaca sobretot per la seva gran activitat enzimàtica, però negativament en l'eficiència de blanqueig.
4. La qualitat de neteja és acceptable.



## Colon

1. Detergent líquid
2. 0,20 € per rentada, el més barat dels vuit detergents analitzats.
3. Sense zeolites ni fosfats. Gens d'eficàcia de blanqueig i el detergent més agressiu amb els colors.
4. La qualitat global de neteja és insuficient, la pitjor dels vuit detergents.



## Conclusió

Els detergents líquids són més econòmics i ecològics, però els detergents en pols tenen molta més eficàcia netejadora. Tot i això els detergents en pols són molt més contaminants, tots tenen zeolites (en substitució dels fosfats). Fins i tot, un detergent encara manté una alta quantitat de fosfat que, juntament amb l'alt grau de zeolites, forma un gran contaminant en potència. Per tant, aquest detergent serà molt eficaç, però molt poc respectuós amb el medi ambient. Com a curiositat, els detergents en pols són molt més eficaços en roba blanca que els detergents líquids.

## **2.4. Impacte ambiental dels detergents**

### **2.4.1 Com respectar el medi ambient?**

Diverses organitzacions de consumidors i d'empresaris de detergents a nivell europeu s'han adjuntat a les recomanacions de la Comissió Europea per a l'ús racional dels detergents de neteja de la roba. L'objectiu és ser més respectuosos amb el medi ambient. Les precaucions acordades són:

- Reutilitzar els envasos permanents i comprar recipients de recanvi sempre que sigui possible. El producte és idèntic però es fa servir menys cartró o plàstic, un avantatge per les escombraries i pel medi ambient. També es pot reciclar els envasos.
- Abans de netejar s'ha de classificar la roba segons el color, teixit i nivell de brutícia, i assegurar que les agrupacions són del mateix tipus de roba. Així es produeixen unes millors condicions de neteja. Per exemple, les peces de color, sintètiques i una mica brutes es poden netejar a menor temperatura que les peces blanques, de coto o molt brutes.
- Preferentment s'ha d'omplir la rentadora i no utilitzar-la amb poca roba. A tots ens passa que en algun moment tenim la necessitat d'una roba en concret i la rentem sola. El problema principal es que algunes rentadores consumeixen la mateixa quantitat d'electricitat i aigua, independentment de la carga.
- Dosificar en funció de la brutícia i la duresa de l'aigua. La quantitat de detergent que s'ha d'utilitzar depèn de la duresa de l'aigua de la localitat corresponent i del grau de brutícia de la roba. Si es segueix les instruccions de l'envàs s'obtingran millors resultats i s'ajudarà al medi ambient. Es convenient llegir-les periòdicament, inclús si s'utilitza sempre la mateixa marca, els comerciants poden variar la concentració del producte.
- Evitar utilitzar detergents que continguin fosfat entre els seus components. El fosfat és el component dels detergents que genera més controvèrsia. La seva funció consisteix estovar l'aigua per millorar així el poder netejador. Però actua com un poderós contaminant: una vegada arriba als rius, llacs o embassaments provoca un creixement de les algues, que impedeix a l'oxigen arribar als peixos i a la resta de la vida aquàtica (eutrofització). Avui en dia existeixen molts sabons (la majoria de detergents líquids) que no l'utilitzen.

- S'ha de netejar amb la temperatura recomanada més baixa. Avui en dia la majoria de detergents netegen correctament amb temperatures baixes. A més, a temperatures elevades es gasta més energia de la necessària. Es pot estalviar fins a un 40% i disminuir la factura de l'electricitat i la roba quedarà tan neta com sempre en aigua freda. El 90% de l'energia elèctrica que precisa la rentadora es consumeix amb l'escalfament de l'aigua (un programa a 90°C gasta quatre vegades més electricitat que un a 40°C) i només el 10% restant en moure el motor.
- S'ha d'utilitzar la rentadora amb la seva total capacitat perquè és un electrodomèstic que utilitza pràcticament la mateixa quantitat d'aigua i electricitat si treballa ple o quasi buit. Existeixen programes econòmics o de mitjana carga que eviten el malbaratament quan la rentadora no està plena. Tot i gastar menys que un programa complet, un parell de neteges de mitja carga consumeixen sempre més electricitat i aigua que un ple.
- Sense cap mena de dubte, el Sol és la millor assecadora. Convé aprofitar l'acció directa del Sol i de l'aire per assecar la roba. Així, les peces es conserven millor i s'estalvia molta energia, sobre tot considerant que les assecadores consumeixen més electricitat que les rentadores treballant al màxim volum de roba. Si no es pot o no es vol prescindir de l'assecadora, són preferibles les de circulació amb sortida exterior de l'aire abans de les de condensació. Amb el mateix rendiment, les primeres gasten fins a un 15% menys.
- Les cargues parcials de les assecadores necessiten més electricitat per quilo de roba que les rentadores. Quan s'obté una assecadora nova és imprescindible que disposi de la mateixa quantitat de roba que la rentadora. Si és menor, s'haurà de repetir l'operació en l'assecadora. Si aquest aparell consta de més espai, funcionarà sense aprofitar la carga completa.
- Per eliminar les taques difícils sense deixar rastre, alguns remeis casolans ens poden fer servei. Les taques de tinta i bolígraf desapareixen si s'utilitza un combinat de llimona, sal o iogurt i posteriorment es neteja la peça amb aigua tibia. Si les taques són recents, es pot remullar la zona afectada amb llet temperada i després netejar la peça sencera.
- La vella pastilla de sabó s'ha començat a valorar novament degut a les seves possibilitats d'ús, innocuïtat i eficàcia. Convé utilitzar-la ja que és el producte més ecològic de tots.



## **2.4.2 Objectius de la comissió europea**

El sector dels empresaris de detergents ha protagonitzat una important iniciativa que contribueix al desenvolupament sostenible. S'han creat quatre objectius que han estat ratificats per la comissió europea:

1. Reducció del 10% de consum de detergents
2. Reducció del 10% de la creació de residus derivats dels envasos
3. Reducció del 10% de la utilització de components orgànics de baixa composició biodegradable
4. Reducció del 5% del consum energètic per rentada

Dels quatre objectius, només un és 100% responsabilitat de la indústria, el tercer en la llista. En la resta, una part molt elevada és responsabilitat dels usuaris o compradors.

El cas més clar és el de reducció del consum energètic. Pel simple fet de variar la temperatura de la rentadora dels 30°C als 40°C, el consum d'energia és pràcticament el doble.

En la creació de residus sòlids, el 60% es produeix en la fase de desfeta del producte, quan el consumidor llença l'envàs buit i el converteix en residu.

Per la reducció del 10% del consum de detergents, és recomanable que el consumidor s'adeqüi a les recomanacions que s'indiquen ens els mateixos envasos o etiquetatges.

Assolir aquests quatre objectius, sobre el paper, sembla un treball força fàcil. No obstant, reduir fins a un 10% el consum de detergents a escala europea, tenint en compte la forta demanda i, en conseqüència la gran producció i venda de les grans empreses, actualment es tracta pràcticament d'una utopia. El segon objectiu és parent del primer. Evidentment, si s'aconsegueix reduir al voltant del 10% el consum dels detergents, es reduirà també un 10% la creació de residus. Tot i això, és cert que els residus esmentats són a causa dels envasos dels detergents que es podrien eliminar investigant noves formes d'envasar fàcilment reciclaves. El tercer objectiu també requereix de noves investigacions i, per tant, més inversions per part de les empreses que moltes vegades no estan disposades a concretar, sobretot si un producte ja gaudeix de forta venda i demanda. Finalment, l'últim objectiu només reafirma la gran importància que té el consumidor, no només en l'estalvi d'energia, sinó en la compra de determinats productes.

## **IV.3. Contaminació de l'aigua i eutrofització**

### **3.1 Contaminació de l'aigua**

La contaminació de l'aigua causada per les activitats de l'home és un fenomen ambiental de molta importància. A partir de la Revolució Industrial la contaminació de l'aigua va convertir-se en un problema generalitzat a tot el món. Els primers processos d'industrialització van requerir la força de l'aigua per l'activitat industrial. L'aigua es convertia així en la principal font de contaminants derivats del procés industrial. Des d'aleshores, aquesta situació es repeteix una i altra vegada en tots els països on es desenvolupa la industrialització. Tot i que la tecnologia avança, encara avui en dia no ho ha fet de forma suficient per eliminar la contaminació de les aigües.

Aquesta contaminació es produeix per la introducció directa o indirecta (mitjançant aqüífers) de substàncies químiques que no pertanyen al medi en el qual s'introdueixen. Aquesta contaminació pot causar danys als organismes vius del medi aquàtic i representa un perill per la resta d'éssers vius que habiten en l'ecosistema.

Existeixen dos formes per contaminar l'aigua. La contaminació per agents naturals pot fer variar el medi que hi havia anteriorment, però no és perillós per la naturalesa ja que es tracta d'un cicle natural. La contaminació promulgada per agents generats per l'home o d'origen humà sí que provoquen greus conseqüències per l'ecosistema i la naturalesa. Aquestes conseqüències també inclouen efectes en la salut humana. La presència de nitrats pot produir una malaltia infantil que en ocasions pot ser mortal. Alguns fertilitzants poden ser absorbits per les collites i, en cas de ser ingerits, poden provocar trastorns i lesions de gravetat al fetge i els ronyons.

Els llacs són especialment vulnerables a la contaminació. El problema de l'eutrofització pot ocasionar problemes estètics, mal sabor, mal olor, produir l'acumulació de les algues en la superfície i l'esgotament de l'oxigen en les profunditats de l'aigua. Els rius, en canvi, tenen la capacitat del moviment de les seves aigües i els materials. Per tant, poden suportar major quantitat de contaminants. Tot i això, la presència de tants residus domèstics, fertilitzants, pesticides i residus industrials alteren la flora i la fauna aquàtica. En les aigües no contaminades existeix cert equilibri entre els animals i els vegetals. Aquest equilibri pot desaparèixer amb la introducció d'agents químics que no pertanyen al medi. Les conseqüències poden ser devastadores, des de desaparicions d'espècies fins a reproduccions en excés. A més, les aigües adquireixen un color i olor molt desagradables. S'ha de tenir el compte que els rius constitueixen la principal font d'aigua potable per a les poblacions humanes. La seva contaminació limita la disponibilitat d'aquest recurs imprescindible per a la vida.

### 3.1.1 Alteracions físiques de l'aigua:

<b>Alteracions físiques</b>	<b>Característiques i contaminació que indiquen</b>
<b>Color</b>	<p>L'aigua no contaminada acostuma a tenir lleugers colors vermellors, groguencs o verdosos. Això es produeix, principalment, a causa dels compostos húmics o fèrrics i els pigments verds que contenen les algues.</p> <p>Les aigües contaminades poden tenir diversos colors i no es poden establir relacions entre el color i el tipus de contaminació.</p>
<b>Olor i sabor</b>	<p>Alguns dels composts químics presents en l'aigua com els hidrocarburs, clor, matèries orgàniques en descomposició o essències alliberades per diferents algues o fongs poden ocasionar olors i sabors molt forts a l'aigua, tot i que estiguin en petites concentracions.</p> <p>Les sals minerals ocasionen sabors salats o metàl·lics i, moltes vegades, sense cap olor.</p>
<b>Temperatura</b>	<p>L'augment de la temperatura disminueix la solubilitat dels gasos (oxigen) i, generalment, augmenta la concentració de les sals. També augmenta la velocitat de les reaccions del metabolisme i acceleren la putrefacció<sup>18</sup>. La temperatura òptima de l'aigua per beure ha d'estar entre els 10 i els 14°C.</p> <p>Les centrals nuclears, tèrmiques i altres indústries contribueixen a la contaminació tèrmica de les aigües.</p>
<b>Materials en suspensió</b>	<p>Algunes partícules com les d'argiles, entre d'altres, són arrossegades per l'aigua tot i no estar dissoltes. Poden fer-ho de dos maneres: en suspensió estable (dissolucions col·loïdals); o en suspensió que només dura mentre el moviment de les aigües les arrossega.</p>
<b>Radioactivitat</b>	<p>Les aigües naturals tenen determinats valors de radioactivitat, degut sobre tot a alguns isòtops radioactius.</p> <p>Algunes activitats humanes poden introduir aquest tipus d'isòtops al medi i contaminar greument l'aigua.</p>
<b>Espumes</b>	<p>Els detergents produeixen espumes i afegeixen fosfat a l'aigua (eutrofització). Disminueixen molt el poder d'autodepuració dels rius i dificulten l'activitat bacteriana.</p> <p>També interfereixen en els processos de sedimentació en les estacions depuradores.</p>
<b>Conductivitat</b>	<p>L'aigua pura té una conductivitat elèctrica molt baixa. L'aigua natural té ions en dissolució i la seva conductivitat és major en proporció a la quantitat i característiques d'aquests ions. Per això, els valors de la conductivitat s'utilitzen com a índex aproximat de concentració dels soluts.</p> <p>Les mesures s'han d'efectuar a una temperatura de 20°C perquè la variació d'aquesta pot variar la conductivitat.</p>

### 3.1.2 Alteracions químiques de l'aigua

Alteracions químiques	Contaminació que indiquen
<b>pH</b>	<p>Les aigües naturals tenen pH àcids a causa del diòxid de carboni dissolt des de l'atmosfera o provinents dels éssers vius; per l'àcid sulfúric<sup>19</sup> procedent d'alguns minerals o per àcids húmics<sup>20</sup> dissolts al sòl. La principal substància bàsica en l'aigua natural és el carbonat de calci que pot reaccionar amb el diòxid de carboni formant un sistema tampó (carbonat/bicarbonat).</p> <p>Les aigües contaminades per residus procedents de la mineria o de la indústria poden tenir un pH molt àcid. El pH té una influència molt gran en els processos químics que es produeixen en l'aigua, per exemple, en els tractaments de depuració.</p>
<b>Oxigen dissolt</b>	<p>Les aigües superficials netes solen estar saturades d'oxigen (element fonamental per la vida). Es produeix contaminació orgànica de l'aigua si el nivell d'oxigen dissolt és baix. A causa de la falta d'oxigen, l'aigua serà de mala qualitat i no podrà mantenir determinades formes de vida.</p>
<b>Matèria orgànica biodegradable: Demanda Bioquímica d'Oxigen. (DBO<sub>5</sub>)</b>	<p>El DBO<sub>5</sub> és la quantitat d'oxigen dissolt que requereixen els microorganismes per l'oxidació anaeròbica<sup>21</sup> de la matèria orgànica biodegradable present en l'aigua.</p> <p>El valor del DBO<sub>5</sub> indica la qualitat de l'aigua des del punt de vista de la matèria orgànica present i permet preveure quan oxigen serà necessari per la depuració d'aquestes aigües i comprovar l'eficàcia del tractament depurador de la planta.</p>
<b>Materials oxidables: Demanda Química d'Oxigen (DQO)</b>	<p>És la quantitat d'oxigen que es necessita per oxidar els materials continguts en l'aigua amb un oxidant químic (normalment s'utilitza el dicromat de potassi en un medi àcid).</p> <p>No indica informació sobre la velocitat de la degradació ni diferencia la matèria entre si és biodegradable o no.</p>
<b>Nitrogen total</b>	<p>Alguns compostos de nitrogen són nutrients essencials. La seva presència en les aigües en excés també pot ser la causa de l'eutrofització.</p> <p>El nitrogen presenta diferents formes químiques en les aigües naturals i contaminades. El contingut de nitrats i nitrits s'analitza per separat.</p>
<b>Fosfor total</b>	<p>El fòsfor també és un nutrient essencial per a la vida i també és el principal agent de l'eutrofització.</p> <p>El fòsfor es presenta en compostos diferents com els ortofosfats, els polifosfats i el fòsfor orgànic.</p> <p>La determinació es produeix convertint totes aquestes formes en ortofosfats. Aquests són els que determinen la quantitat de fosfat en un anàlisi químic.</p>

<b>Anions:</b>	
clorurs:	Indiquen la quantitat de sal
nitrats:	indiquen la contaminació agrícola
nitrits:	indiquen l'activitat bacteriana
fosfats:	indiquen les restes dels detergents i fertilitzants
sulfurs:	indiquen l'acció bacteriana anaeròbica (aigües negres, etc.)
cianurs:	indiquen la contaminació d'origen industrial
fluorurs:	en alguns casos s'afegeixen a l'aigua per a la prevenció de les caries, tot i sé una pràctica molt discutida.
<b>Cations:</b>	
sodi:	Indiquen la quantitat de sal
calci i magnesi:	indiquen la duresa de l'aigua
amoni:	indiquen la contaminació per fertilitzants
metalls pesats:	són d'efectes molt nocius pels éssers vius
<b>Composts orgànics</b>	<p>Els olis i les grasses procedents de les restes d'aliments o dels processos industrials (automòbils, lubricants, etc.) són difícils de metabolitzar pels bacteris i floten en l'aigua. Aquest fet produeix grans danys als éssers vius residents en el medi contaminant.</p> <p>Els fenols poden estar en l'aigua a causa de la contaminació industrial i quan reaccionen amb el clor que s'afegeix com a desinfectant formen clorofenols. Aquests es converteixen en un greu problema perquè doten l'aigua de mal olor i sabor.</p> <p>També existeix la contaminació per pesticides, petroli i altres hidrocarburs.</p>

### 3.1.3 Alteracions biològiques de l'aigua

Alteracions biològiques de l'aigua	Contaminació que indiquen
<b>Bacteris coliformes</b>	residus fecals
<b>Virus</b>	residus fecals i restes orgàniques
<b>Animals, plantes, microorganismes diversos</b>	eutrofització

### 3.1.4 Transmissions de malalties a través de l'aigua

L'aigua és imprescindible per a la nostra vida. L'aigua de consum a vegades no és pura i es converteix en un medi de transport de malalties. Lògicament sempre existeixen bacteris, virus i altres microorganismes que creen un estat d'equilibri favorable en l'aigua per a les formes de vida superiors. Apareixen les malalties quan l'equilibri desapareix i els mecanismes d'autodefensa de l'home no poden actuar correctament. Evidentment, si l'aigua està contaminada, el risc de transmissió és molt més alt. Les malalties causades per la contaminació de l'aigua i que són fàcilment transferibles es classifiquen en:

<b>Malalties químiques transmises per l'aigua</b>	
<b>Metahemoglobinemia infantil</b>	L'oxidació incompleta de l'hemoglobina <sup>22</sup> produeix la metahemoglobina. Això és derivat del consum elevat d'aigua amb alt percentatge de nitrats.
<b>Fluorosis endèmica crònica</b>	Consisteix en la injecció d'aigua amb un alt contingut de fluor. Els símptomes es manifesten amb la presència de dents amb taques de color groc o quasi negres.
<b>Gastroenteritis</b>	Aquesta malaltia es produeix quan s'han ingerit aliments contaminats per bacteris, virus o fongs. Consisteix en la inflamació de la mucosa intestinal. Els símptomes d'aquesta malaltia són les nàusees, vòmits, diarrea, dolors abdominals i malestar general.

<b>Malalties relacionades amb la higiene</b>	
<b>Tinya</b>	Relacionada amb la higiene de la pell, produïda per diversos paràsits vegetals, apareixen escames, crostes o la pèrdua de cabell.
<b>Tracoma</b>	Semblant a la conjuntivitis, però més granulosa i contagiosa.
<b>Conjuntivitis</b>	La membrana que cobreix l'interior de les parpelles, la conjuntiva, i s'inflama. És contagiosa.
<b>Sarna</b>	Aquesta malaltia és provocada pels <i>sarcoptes scabiei</i> . És un àcar que s'allotja a la pell produint lesions molt variades.
<b>Ascariasis</b>	La ingestió d'aigua o aliments contaminats amb ous de cucs intestinal poden causar símptomes com la diarrea, la indigestió, la pèrdua de pes i massives obstruccions intestinals. Aquesta malaltia pot ser derivada dels cultius regats amb aigües brutes o negres.
<b>Amebiasis</b>	La ingestió d'aigua o aliments contaminats amb amebes poden causar dolor intestinal, diarrea i malestar general. Sí l'amebiasi arriba al fetge la malaltia pot convertir-se en crònica.
<b>Teniasis</b>	En aquest cas, la malaltia és derivada de la ingestió d'aliments o aigua contaminats amb ous de tenia <sup>23</sup> . La tenia s'allotja a l'intestí i s'alimenta dels nutrients que hi arriben. Els símptomes més generals són la febre, la diarrea i la disminució de pes.
<b>Uncinariasis</b>	L'aigua o els aliments han estat contaminats per ous d' <i>uncinaries</i> . Aquests petits microorganismes envaeixen l'intestí i s'alimenten de la sang de la paret intestinal. Pot arribar a causa hemorràgies internes.

### **3.1.5 Límits màxims de substàncies nocives presents en l'aigua pel consum humà**

<b>Substàncies</b>	<b>Concentració Màxima (mg/L)</b>
<b>Sals totals</b>	2000
<b>Clors</b>	600
<b>Sulfats</b>	300
<b>Nitrats</b>	45
<b>Nitrits</b>	No n'hi ha d'haver
<b>Amoníac</b>	0,5
<b>Mat. Orgànica</b>	3
<b>Calci</b>	80
<b>Magnesi</b>	50
<b>Arsènic</b>	0,05
<b>Fosfats</b>	0,1
<b>Cianur</b>	0,05
<b>Plom</b>	0,1
<b>Mercuri</b>	0
<b>Seleni</b>	0,01
<b>Hidrocarburs</b>	0

A més a més, el pH s'ha de mantenir entre els valors de 6,5 i 8,5 en l'escala de colors.

#### **Conclusió de la contaminació de l'aigua**

El 80% de les malalties de tot el món són derivades de l'aigua no potable i contaminada. Milions de persones que viuen en països en vies de desenvolupament no tenen accés a l'aigua amb un mínim nivell de seguretat. Evidentment, és d'extremada dificultat controlar tota l'aigua del planeta i mesurar si està en les condicions necessàries d'higiene per ser utilitzada o ingerida per l'ésser humà. L'abocament de residus tòxics i substàncies químiques en l'aigua disminueix aquesta capacitat de control i augmenta el percentatge de possibles malalties conseqüència de la contaminació de l'aigua i del seu mal ús.

### 3.2 Eutrofització

L'ús de fosfats en els detergents contribueix a la formació de l'eutrofització, l'enriquiment de nutrients en les aigües superficials que donen lloc al desenvolupament de la flora, especialment de les algues.

L'increment de nutrients pot accelerar el creixement de les plantes aquàtiques i també de la vida animal. Quan es descomponen certes algues produeixen un consum d'oxigen que pot conduir a condicions anaeròbiques molt

perilloses degut al despreniment de  $\text{SH}_2$  i  $\text{NH}_3$ . Això pot produir en l'aigua un olor i sabor molt desagradables.



L'any 1992 la UNESCO va publicar el primer document oficial sobre l'advertència del fenomen de l'eutrofització que, segons l'organització de caràcter mundial, “es produeix pel ràpid creixement de les algues tòxiques, especialment en llacs i pantans, a causa dels fosfats llençats des de diverses fonts, llars o indústries” i que és una preocupació a causa de “l'alta demanda mundial d'aigües superficials per diversos usos en el consum humà”.

L'estratègia actual per combatre l'eutrofització consisteix en impedir que un dels nutrients necessaris perquè les algues es desenvolupin no estigui present en les aigües. Entre tots els nutrients, l'eliminació s'ha concentrat en el fosfat perquè quan es produeix l'eutrofització el contingut de fosfat disminueix en el medi, a més, els fosfats es poden eliminar fàcilment perquè les fonts de fosfat estan totalment localitzades. La tendència actual d'eliminar els fosfats és la de fer-ho en els interiors urbans. Això es pot aconseguir mitjançant diferents tipus d'actuacions:

1. Eliminar o reduir el contingut de fosfats en els detergents. Amb aquest tractament es reduiria un 50% la quantitat de fosfats en el medi. En molts països està limitada la utilització dels productes de neteja amb fosfat per la legislació. Espanya sí permet la compra i venda d'aquests productes.
2. Tractar les aigües residuals en plantes que tinguin precipitació de fosfats. Amb aquest tractament s'aconsegueix eliminar els fosfats dels detergents. A més a més, s'aconsegueix una reducció molt més elevada que l'anterior.
3. Desviació de les aigües residuals amb fosfats.
4. Eliminació del fosfat abans d'introduir l'aigua en els embassaments.
5. Precipitació química, al mateix medi aquàtic amb fosfats, que ajudi en la seva eliminació.





## **IV.4.Disseny experimental**

### **4.1 Disseny inicial:**

#### **Objectiu**

Realitzar una pràctica per comprovar la contaminació dels detergents sintètics (amb o sense fosfat) i avaluar les possibles conseqüències.

#### **Material**

Tres peixeres d'aigua dolça (preferentment haurien de ser de la mateixa capacitat), pipeta, pipetejador i recipients suficients.

#### **Material biològic o químic**

Aigua potable, detergents amb fosfat (Ariel líquid) i sense fosfat (Norit líquid i un tipus d'Ariel líquid sense fosfat), menjar per a animals aquàtics, fertilitzants, plantes aquàtiques, entre 10 i 15 peixos (carpins vermells o espècies d'aigua dolça)

#### **Procediment**

Primerament, l'objectiu és reproduir en tres peixeres un ecosistema d'aigua dolça. En la primera peixera amb la introducció de detergent amb fosfat, en la segona amb la introducció de detergent sense fosfat i en la tercera sense cap mena d'introducció química que alteri el medi, exceptuant la llum solar. En cada peixera l'ecosistema estarà format de manera molt similar entre les tres. Flora d'aigua dolça plantada mitjançant fertilitzants, entre 2 i 4 peixos (carpins o d'altres tipus) d'aigua dolça i algun animal més de riu (riu Sió). Els peixos han de ser alimentats cada dia amb la mateixa quantitat d'aliment. L' aigua ha de ser potable (preferentment de consum) en les tres. És indispensable intentar mantenir constants les condicions de temperatura i lluminositat en les tres peixeres durant la realització de l'experimentació.

A causa d'un error en la primera fase, degut a la presència de fosfat en el detergent que suposadament no contenia aquest compost, s'ha realitzat una segona fase amb un detergent sense fosfat diferent (canvi de Norit líquid a Ariel líquid sense fosfat).

## **Fase 1**

**Primera peixera:** reproduir en la peixera un ecosistema d'aigua dolça i introduir diàriament 1 ml de detergent amb fosfat (Ariel líquid) durant vuit dies. Comprovar i anotar com reacciona l'aigua (coloració, aparició d'espuma, etc.) i els éssers vius (si emmalalteixen o moren) durant aquest període. Seguidament, en un període de tres dies, introduir 5 ml per jornada (comparar l'efecte entre una dosi i l'altra) i anotar l'efecte en l'ecosistema de la mateixa manera que en l'anterior període.

**Segona peixera:** reproduir en la peixera un ecosistema d'aigua dolça i introduir diàriament 1 ml de detergent sense fosfat (Norit líquid) durant vuit dies. Comprovar i anotar com reacciona l'aigua (coloració, aparició d'espuma, etc.) i els éssers vius (si emmalalteixen o moren) durant aquest període. A continuació, en un període de tres dies, introduir 5 ml per jornada (comparar l'efecte entre una dosi i l'altra) i anotar l'efecte en l'ecosistema de la mateixa manera que en l'anterior període. En la segona peixera, per tant, l'única variació inicial és el tipus de detergent.

**Tercera peixera:** reproduir en la peixera un ecosistema d'aigua dolça en un lloc amb suficient llum solar. Intentar reproduir les mateixes condicions en l'ecosistema que en les peixeres anteriors: mateixa fauna, flora i aigua inicial. Finalment també observar i anotar si s'han produït canvis remarcables en l'aigua i els éssers vius.

**Procés final:** Un cop passat el període d'onze dies, s'ha d'analitzar l'aigua i determinar la quantitat de fosfat de cada peixera i valor del pH. També determinar el color de l'aigua i si els éssers vius no han sobreviscut, han emmalaltit o s'ha produït algun efecte destacat. Observar i anotar si existeix relació entre la dosi inicial d'1 ml i la dosi final de 5 ml, si és proporcional en el canvi de coloració o l'esperança de vida de la fauna i la flora.

## **Fase 2**

La repetició de l'experimentació en una segona fase s'ha de realitzar a causa d'un error força important en l'etiquetatge del Norit líquid. En aquest detergent, en cap moment s'esmenta la paraula fosfat i, per tant, és força obvi pensar que no conté fosfat. Tot i això, el procés final de l'experimentació en la primera fase ha determinat l'existència de la mateixa quantitat de fosfat que en l'Ariel líquid amb fosfat.

En aquesta fase, abans de començar l'experimentació, s'ha de realitzar la determinació de fosfat en un detergent a priori sense fosfat per assegurar que no es cometi el mateix error.

A més a més, en aquesta fase, les dosis seran reduïdes a la meitat per comprovar algun tipus de proporció.

**Primera peixera:** reproduir en una peixera un ecosistema d'aigua dolça i introduir diàriament 0,5 ml de detergent amb fosfat (Ariel líquid) durant vuit dies. Després, en un període de tres dies, introduir 2,5 ml per jornada. El procediment serà el mateix que en la primera peixera de la primera fase, amb l'únic canvi en la dosi.

**Segona peixera:** reproduir en una peixera un ecosistema d'aigua dolça i introduir diàriament 0,5 ml de detergent sense fosfat (Ariel sense fosfat líquid) durant vuit dies. Després, en un període de tres dies, introduir 2,5 ml per jornada. El procediment també serà el mateix que en la primera fase, però aquest cop amb un detergent sense fosfat (comprovat prèviament) i amb la meitat de la dosi.

**Tercera peixera:** reproduir en la peixera un ecosistema d'aigua dolça en un lloc amb suficient llum solar, amb les condicions idèntiques que en la tercera peixera de la primera fase.

**Procés final:** Un cop passat el període d'onze dies, s'ha d'analitzar l'aigua i determinar la quantitat de fosfat de cada peixera i valor del pH. També determinar el color de l'aigua i si els éssers vius no han sobreviscut, han emmalaltit o s'ha produït algun efecte destacat. Observar i anotar si existeix relació entre la dosi inicial d'1 ml i la dosi final de 5 ml, si és proporcional en el canvi de coloració o l'esperança de vida de la fauna i la flora.

### Procediment per analitzar el fosfat

Aconseguir un joc o quid per a la determinació per colors dels ions de fosfat en les aigües superficials i residuals.

Aquest joc permet determinar amb gran exactitud la quantitat de fosfat que hi ha en cada peixera. Existeix un valor mínim de fosfat en les aigües pel consum humà, de 0,1 mg/L, quasi impossible de detectar ni amb el joc de determinació. Per tant, amb aquest joc, si el resultat dóna positiu (es comença a observar a partir dels 0,25 mg/L) l'aigua ja serà completament tòxica i contaminant.



Joc de determinació del fosfat



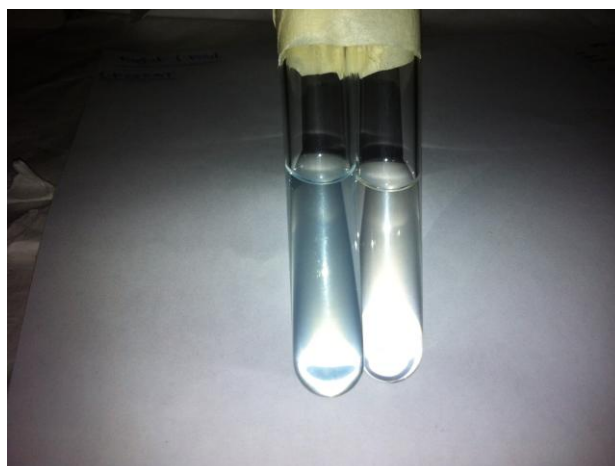
Joc de determinació del fosfat

Introduir aquest compost en les mostres. El procediment de determinació es desenvolupa mitjançant les instruccions del mateix quid o joc de fosfat. És necessari tenir el material adequat: dos tubs d'assaigs, pipeta i pipetejador. Els passos a seguir són els següents:

1. Omplir dos tubs d'assaigs amb 5 ml de la primera peixera en cada un (tub A i tub B).
2. Introduir 6 gotes de  $\text{PO}_4\text{-1}$  (pot negre de la imatge anterior) en el tub A, tancar el tub i mesclar.
3. Introduir 6 gotes de  $\text{PO}_4\text{-2}$  (pot blanc de la imatge anterior) en el tub A, tancar el tub i mesclar.
4. Deixar esperar 10 minuts.
5. El tub B servirà de blanc i per comparar els diferents colors entre els tubs (si existeix fosfat) en el paper amb el codi de colors en el següent procediment.
6. Fer el mateix procediment en les altres dos peixeres.



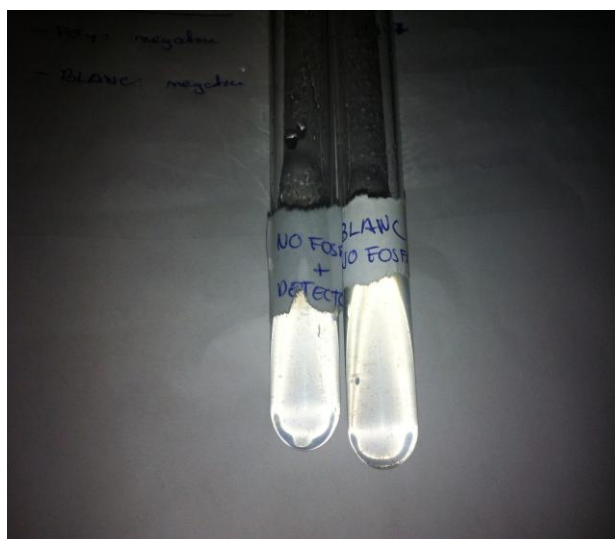
**Comparació de colors entre el tub A i el tub B de la peixera 3**



**Comparació de colors entre el tub A i el B de la peixera 1**

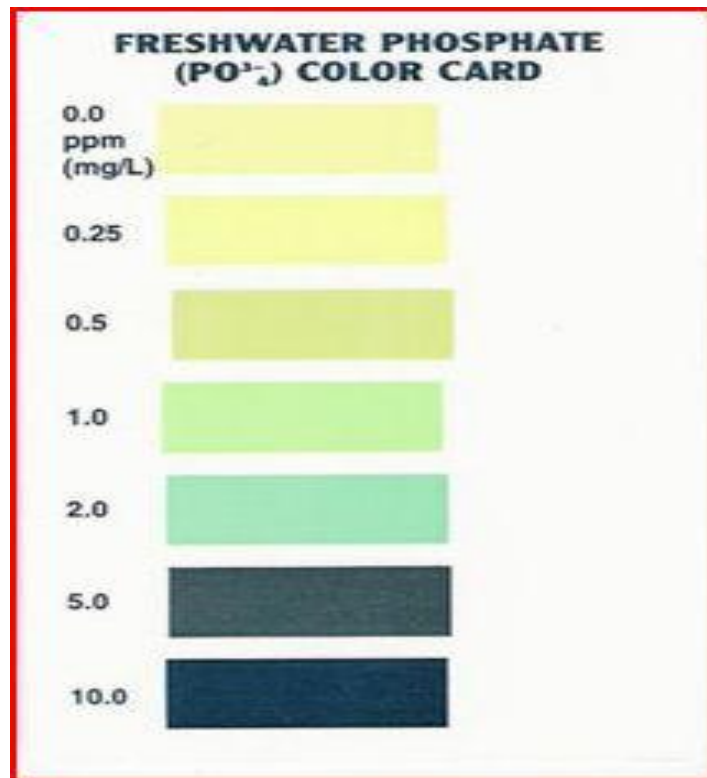


**Determinació del fosfat**



**Comparació de colors entre el tub A i el tub B de la peixera 2**

Comparar el color dels resultat passats els deu minuts amb el següent codi de colors i observar i anotar els resultats.



### Procediment per analitzar el pH

1. Introduir en l'aigua de les peixeres una part de les tires que hi ha en el conjunt del paper indicador universal de pH.
2. Observar el color de les tires de cada peixera i anotar els resultats.



Imatge del paper indicador de colors



## **4.2 Preparació i procediment experimental**

### **1. Selecció de material i éssers vius:**

Buscar éssers vius d'un ecosistema proper i comprar peixos d'aigua dolça i flora d'aigua dolça. És favorable crear l'ecosistema similar a la realitat. El riu Sió és el medi aquàtic més proper a la meua llar i, per tant, serveix d'inspiració per elaborar els medis de les peixeres. Es va agafar del riu terra, petites i grans pedres. També es va aprofitar la flora i la fauna (crancs).



Diferents imatges del punt del riu Sió de l'extracció de material

## 2. Obtenció d'èssers vius i preparació de les tres peixeres:

El material del medi utilitzat per preparar les peixeres prové de la combinació de pedres, roques, flora i fauna del riu Sió i de pedres, terra, fertilitzant, flora d'aigua dolça i peixos d'aigua dolça comprats a un petit negoci.

Es van aconseguir dos crancs del riu Sió i van habitar durant un temps en la peixera d'aigua dolça sense agents químics. Tot i crear un medi adient i molt semblant al seu original (pedres i flora del riu Sió) van morir força abans que els peixos carpins comprats.

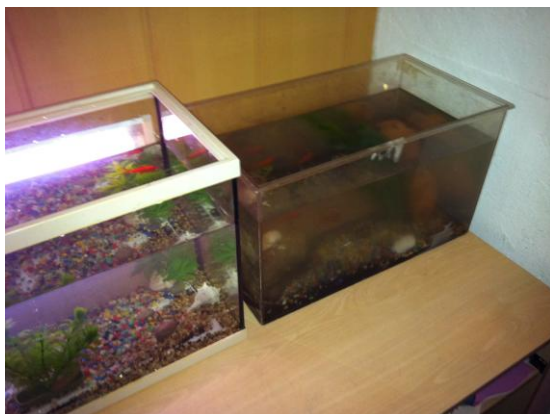
Els tres medis resultants van acabar sent força semblants.



**Crancs del riu Sió**



**Pedres i fauna del riu Sió**



**Peixera 1 (amb detergent amb fosfat) i peixera 3 (sense detergent)**



**Peixera 1**



**Peixera 1 (amb fosfat) i peixera 2 (sense fosfat)**

### 3. Introducció del detergent i observació

Durant els onze dies d'experimentació es va produir la següent evolució. Es pot observar el canvi de coloració.



**Peixera 1 amb detergent amb fosfat**



**Peixera 2 amb detergent sense fosfat**



**Peixera 3 sense detergent**



**Peixera 1 després de cinc dies d'experimentació**



**Peixera 2 amb canvi de coloració**

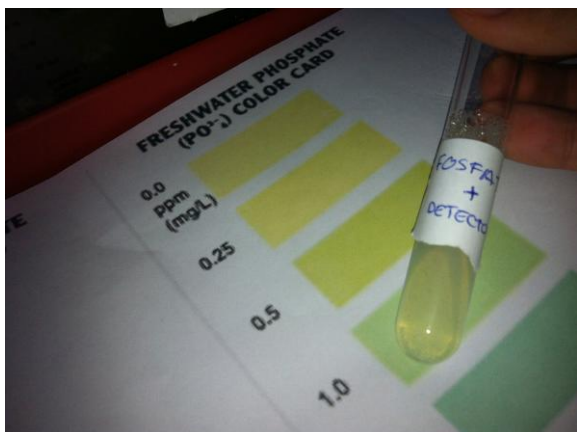


**Peixeres 1 i 2 amb canvi de coloració**



#### 4. Mesura del fosfat i del pH

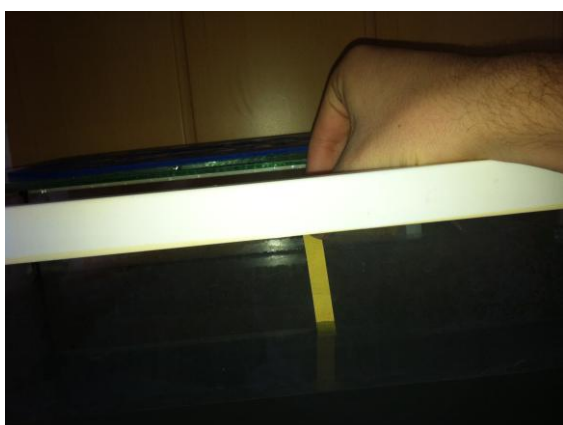
Un cop s'ha finalitzat la fase d'introducció de detergent durant onze dies, l'últim procediment és la determinació del fosfat i la valoració del pH.



Comparació de l'aigua amb fosfat amb el codi de colors



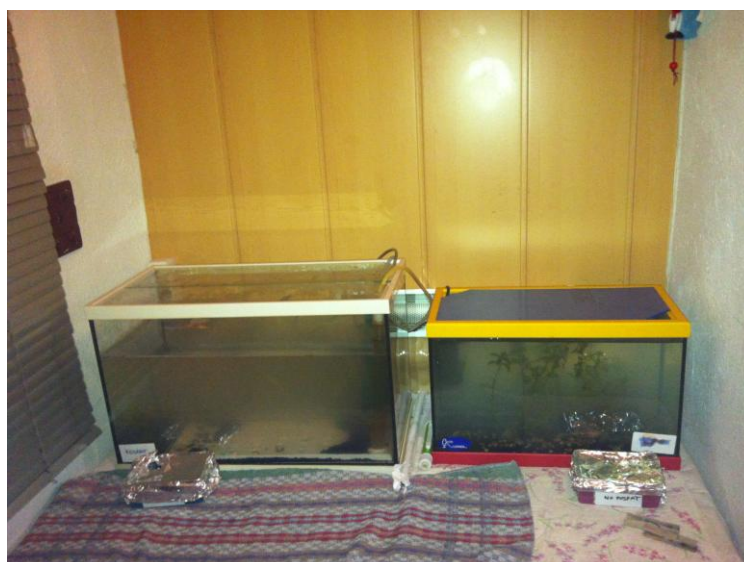
Comparació entre els tubs A i B del detergent sense fosfat



Mesura del pH



Peixeres 1 i 2 i tots els detergents utilitzats



Final del projecte

## 5. Resultats:

### Fase 1

Aquesta és la fase corresponent a la introducció d'1 ml de detergent amb fosfat en la primera peixera i d'1 ml de detergent sense fosfat en la segona durant els primers vuit dies. Després, la introducció de 5 ml de detergent en cada peixera durant els tres dies restants. Òbviament, en la tercera peixera no s'hi ha introduït cap mena de substància que no sigui aliment pels animals. El paper d'aquesta última peixera era de fer la funció de blanc, és a dir, permetre la comparació dels resultats amb les altres dos peixeres.

El valor del pH va ser al voltant d'un valor de 6 en les dos peixeres amb detergents, és a dir, un pH àcid. En canvi, el pH de la peixera sense detergent es mantenia neutre, pH amb valor de 7.

Va sorprendre força que la primera fauna que va morir només tres dies després de l'inici del projecte fos de la peixera de detergent sense fosfat. És evident que els detergents contenen substàncies nocives per a la vida, però els que contenen fosfat a priori ho són més. Fins al novè dia, quan la injecció de detergent es va multiplicar per cinc, no va morir la fauna del detergent amb fosfat.

El color verdós va anar augmentant a mesura que passaven els dies i s'incrementaven les dosis. Curiosament, semblava que el color de la peixera sense fosfat sempre era més verdós que la peixera amb fosfat. L'aigua de la peixera sense detergent es mantenia transparent.

La posterior anàlisi de fosfat en les tres peixeres va determinar que existia la mateixa quantitat de fosfat en la peixera amb detergent sense fosfat que la peixera amb fosfat. Primerament vaig pensar que es tractava d'un error propi, però després de l'anàlisi del contingut del fosfat directament des del detergent es va determinar que, efectivament, si contenia fosfat. Per tant, existeix un error d'etiquetatge per part de l'empresa del detergent o s'oculta la presència de fosfat. Aquesta pràctica podria ser molt utilitzada per d'altres empreses. Els gràfics demostren que en la primera fase existeix la mateixa quantitat de fosfat en la peixera amb detergent amb fosfat i que en la peixera amb detergent sense fosfat.

Per tant, després d'aquesta primera fase es va haver de repetir l'experiència buscant un detergent que fos en realitat sense fosfat i es va aprofitar per reduir la quantitat de detergent a la meitat per intentar reduir les conseqüències i evitar alhora una possible mort de la fauna.

## Fase 2

Aquesta és la fase corresponent a la introducció de 0,5 ml de detergent amb fosfat en la primera peixera i de 0,5 ml de detergent sense fosfat en la segona peixera durant els primers vuit dies. Després, la introducció de 2,5 ml de detergents en cada peixera durant els tres dies restants. Tampoc es va introduir cap mena de substància en la tercera peixera que no sigui aliment pels animals. Funció de blanc.

Per assegurar que el detergent, suposadament sense fosfat, no tingues fosfat com va passar a l'anterior fase, abans d'introduir la dosi es va mesurar la quantitat de fosfat directament del detergent. Un cop el resultat va ser negatiu es va poder començar a introduir les dosis a cada peixera.

En aquest cas, la dosi quedava reduïda a la meitat. Tots els peixos van morir havent finalitzat els vuit primers dies, excepte un peix carpí resident a la peixera sense fosfat. Un cop la dosi es va incrementar únicament van quedar les plantes. Aquest cop, com es pot observar als gràfics, la quantitat de fosfat era nul·la en la peixera amb detergents sense fosfat.

El valor del pH va ser més elevat en les peixeres amb detergent, al voltant de 6,5, però no deixava de ser àcid. La peixera sense detergent també tenia pH neutre, és a dir, d'un valor de 7.

El color verdós també va anar creixent a mesura que passaven els dies. Aquesta vegada, però, el color verdós de la peixera amb fosfat es feia més evident que en la peixera sense fosfat.

## Detergents utilitzats



Detergent amb fosfat (fase 1 i 2)



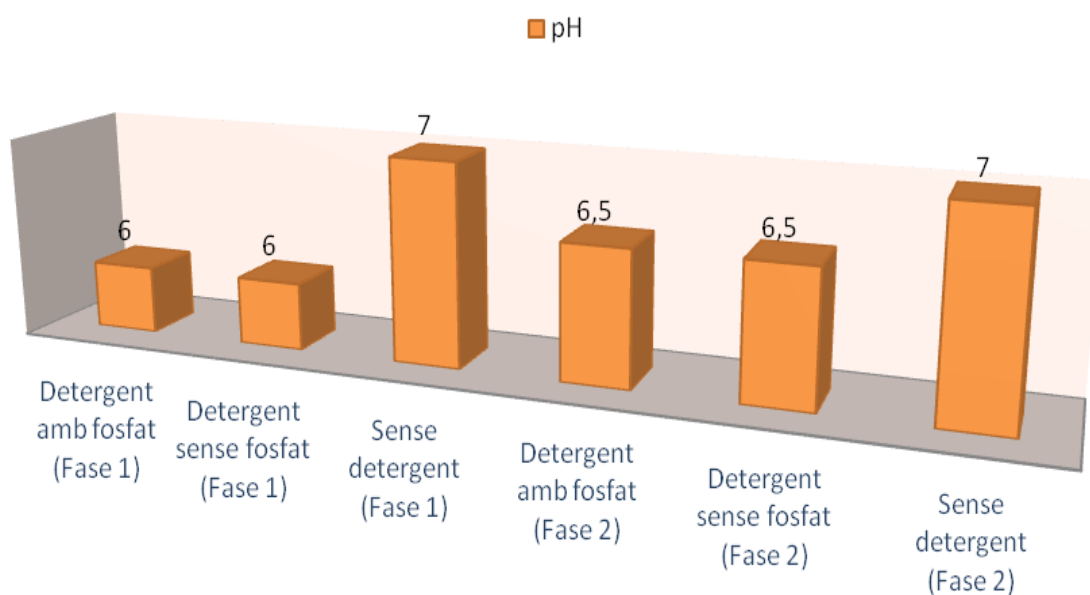
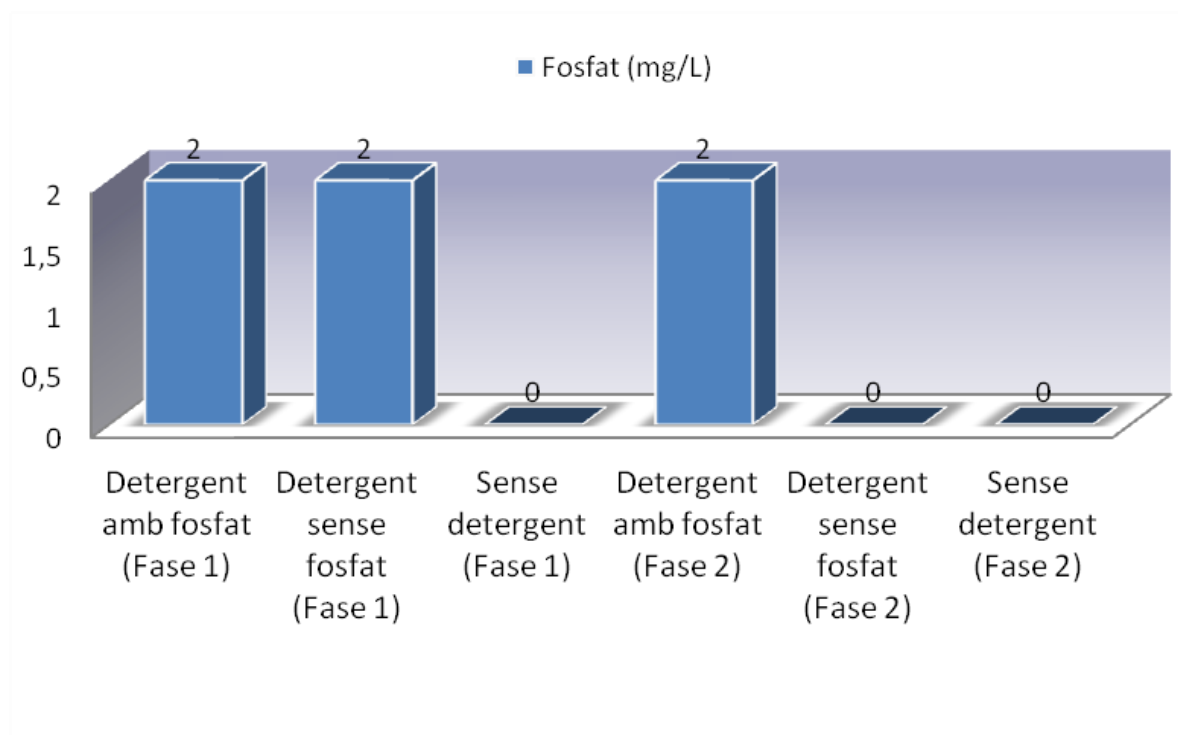
Detergent sense fosfat fase 1 (error)



Detergent sense fosfat fase 2

## Gràfiques

	Detergent amb fosfat (fase 1)	Detergent sense fosfat (fase 1)	Sense detergent	Detergent amb fosfat (fase 2)	Detergent sense fosfat (fase 2)	Sense detergent
Fosfat (mg/L)	2	2	0	2	0	0
Valor del pH	6	6	7	6,5	6,5	7



### **4.3. Conclusions de la pràctica experimental**

Segons els resultats, només és necessari 0,5 ml/dia en una peixera de 18 litres per eliminar la vida animal. L'abocament de detergents (o altres substàncies químiques molt més perjudicials com els combustibles fòssils i els seus derivats) en un riu, llac o al mar en grans dimensions pot causar un resultat similar. Evidentment, la demostració que els detergents quan són abocats en un medi danyen la vida i el medi en general és més que realitzada.

Només s'han necessitat onze dies per transformar radicalment la coloració de l'aigua, des de una aigua transparent i potable adequada per al consum humà fins a una aigua totalment verda i sense transparència.

La determinació del fosfat ha estat la part de la pràctica més interessant. Les autoritats haurien de regular si l'etiquetatge dels productes és correcte del tot i evitar casos com el detergent aparentment sense fosfat que vaig utilitzar en la primera fase. La prova del fosfat va determinar que existia una quantitat similar de fosfat que el detergent amb fosfat.

La prova del pH ha determinat que les aigües amb detergent tenen un pH lleugerament àcid (entre 6 i 7 en l'escala de pH). Les aigües sense detergents tenen un pH neutre (7 en l'escala de pH). Per tant, el detergent utilitzat és de caràcter àcid.

Realitzar l'eutrofització en un medi artificial i de dimensions tan reduïdes és d'extremada dificultat. El color verdós, la quantitat de fosfat introduït mitjançant el detergent, la mort de la fauna i el despreniment d'oxigen semblen ser el primer pas i l'únic possible. El posterior augment d'algues a causa de l'augment de nutrients és imprescindible realitzar-lo en un medi natural, amb la temperatura, fauna i flora adients.

Com a curiositat, cal esmentar que unes dos setmanes després de l'acabament de l'experiència, les peixeres seguien instal·lades en el mateix lloc sense haver-se alterat artificialment, però el color verdós havia desaparegut del tot. L'aigua tornava a ser clara i transparent igual que el color de la tercera peixera. Això sí, la fauna únicament seguia vivint en la peixera sense cap alteració química, és a dir, la tercera.

## **V. Conclusions**

La idea inicial del treball era investigar, concretar i descriure la composició de les substàncies dels detergents, determinar perquè són perjudicials i seleccionar els components perillosos amb el corresponent efecte que tenen. Finalment, crec que s'ha trobat resposta als objectius plantejats.

Una conclusió important és que molts detergents no són biodegradables. Sí ho són, en canvi, els sabons tradicionals. Aquesta capacitat de biodegradació va intrínsecament relacionada amb els principals components dels detergents, els que s'encarreguen de netejar i d'eliminar la brutícia afegint-la en l'aigua, els tensioactius. La necessitat de la utilització d'altres substàncies químiques com els coadjuvants, blanquejadors, additius o cargues, és produïda a causa de la poca eficàcia del tensioactiu amb aigües molt dures, és a dir, aigües amb gran quantitat de sals. És aquesta composició la que provoca un alt grau de toxicitat dels detergents incrementat, sobretot, per l'acció dels coadjuvants. Els fosfats dels detergents pertanyen a aquest conjunt. Tot i que en l'actualitat s'utilitzen diversos substituïts, com les zeolites, encara no s'ha trobat cap coadjuvant amb la mateixa eficiència que els productes derivats de l'àcid fosfòric.

També s'ha comprovat que els detergents en pols són força més eficaços, però menys econòmics i més contaminants. Els detergents líquids són els més ecològics i econòmics. Sembla ser que els detergents més eficaços són els que contenen fosfat o, si més no, zeolites. I aquests acostumen a ser majoritàriament els detergents en pols.

Els detergents tenen una gran importància en la contaminació de les aigües causant greus conseqüències que han estat explicades i argumentades. Les causes d'aquesta contaminació i els seus efectes, així com els components i les reaccions que participen en la causa també han tingut resposta. Existeixen conseqüències devastadores com l'eutrofització, toxicitat en la vida aquàtica o altres conseqüències que causen problemes com la toxicitat al sòl. A més a més, quan les aigües estan contaminades, es converteixen en un gran transportador de malalties que afecten als éssers humans. Molts d'aquests problemes derivats de la contaminació de l'aigua ja venen des de molt lluny, des de els inicis de la Revolució Industrial. Tot i això, avui en dia encara estem en el mateix punt, agreujant-lo dia rere dia sobretot en països en vies de desenvolupament.

Importants organitzacions en tot el món estan treballant per resoldre el problema dels detergents, un problema que a la llarga s'ha de convertir en una benedicció. No només assegurar una bona higiene personal i pública, sinó també que el benefici en el present no repercuteix-hi en desmesurades contaminacions del medi actual i futur. La comissió europea ha proposat mesures com reduir el 10% el consum de detergents i buscar possibles formes de neteja més sostenibles. Altres associacions d'escala mundial, com la UNESCO, ja fa uns vint anys que lluita contra l'eutrofització i intenta la salvació de molts llacs i rius.

En la pràctica experimental s'ha comprovat que tots els detergents són perjudicials pels éssers vius, tot i que els que tenen fosfat creen problemes en el medi de més gravetat al cap d'un temps, problemes que poden arribar a un canvi radical de l'ecosistema. La contaminació causada pels detergents altera la coloració de l'aigua, des del transparent característic de l'aigua de consum fins a un verdós quasi opac. Segons l'experiència en la pràctica, només és necessari 0,5 ml de detergent en una peixera amb 18 litres per acabar amb la vida d'un animal aquàtic. El mateix procediment aplicat a gran escala (litres o tones de substàncies químiques perjudicials en el mar) pot acabar amb milers d'individus, acabar amb espècies i substituir el medi.

Les preguntes o hipòtesis establertes en el plantejament del problema han estat pràcticament argumentades en la seva totalitat. Només afegir que, davant la polèmica sorgida arrel dels detergents en fosfats, després d'haver realitzat aquest projecte em sento amb la necessitat d'afirmar que les conseqüències de la seva contaminació són molt semblants. I ho són perquè l'eliminació del fosfat comporta substituir la seva funció amb algun altre producte no menys contaminant.

Finalment, des d'un punt de vista més personal, el projecte m'ha permès no tan sols incrementar els meus coneixements i assolir experiència amb la pràctica, sinó també participar en un treball comú que s'anomena desenvolupament sostenible. Aquest, només es pot treballar amb la conscienciació, solidaritat i ganes de millorar d'una societat que, cada vegada més, entén la necessitat d'estimar el medi que envolta i la lluita per la seva conservació.

## **VI. Bibliografia**

**Aquestes són algunes de les pàgines web utilitzades per la recopilació de la informació del treball:**

<http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/150Eutro.htm>

[http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso\\_2007/cartillas/2-eutrofizacion.pdf](http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/2-eutrofizacion.pdf)

<http://www.doschivos.com/trabajos/quimica/525.htm>

<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/aya/ramirez.pdf>

<http://www.ciencianet.com/detergente>

<http://www.sc.ehu.es/iawfemaf/archivos/materia/industrial/libro-15a.pdf>

[http://jabonesydetergentes.tripod.com/Impacto\\_Ambiental.html](http://jabonesydetergentes.tripod.com/Impacto_Ambiental.html)

<http://revista.consumer.es/web/es/20030901/actualidad/analisis2/63530.php>

<http://www.abc.com.py/nota/unesco-califica-de-grave-fenomeno-de-eutrofizacion/>



## **VII.Agraïments**

Els meus agraïments i les meves gràcies van dedicades principalment a la meva família. Als meus pares per permetre el quasi luxe de deixar-me l'espai suficient per desenvolupar la pràctica en plenes garanties. Però sobretot per l'ajuda i el recolzament que, ni que sigui molts cops des de la distància, sé que sempre hi són pel que faci falta. I si dono les gràcies a la gent que conviu amb mi, no puc deixar d'esmentar l'inseparable ajuda de ma germana i mon padrí, sempre intentant ajudar, faci falta o no.

Els meus respectes pel negoci targarí que m'ha proporcionat el material necessari per realitzar la pràctica sempre que ha sigut convenient, peixera, material, plantes aquàtiques i, sobretot, els peixos. No em puc queixar del tracte rebut, sempre van estar disposats a oferir la seva ajuda.

El centre també m'ha proporcionat part del material experimental. He de donar les gràcies sobretot pel joc de determinació de fosfat, sense el qual, la pràctica no hagués tingut cap mena de sentit. Evidentment sense les indicacions, observacions i la insistència dels professors en el treball aquest projecte seria ara mateix un bloc de fulls en blanc.

I m'agradaria remarcar la innegable ajuda de la meva tutora, Judit, quasi la meva segona consciència. Està demostrat que sense la seva insistència ja des del primer moment la feina s'hauria acumulat i no hagués sigut possible realitzar una pràctica experimental d'un període tan llarg. Cal esmentar també la creativitat de la pràctica que, evidentment, va ser idea de la Judit. Gràcies!

## VIII. Annexos

### Glossari

#### Coneixements previs

**Àcids:** són substàncies que quan es dissolen en aigua dóna ions  $H^+$  i tenen  $pH < 0$ .

**Àcid gras:** és un tipus de molècula orgànica lipídica formada per una llarga cadena hidrocarbonada, la gran majoria de 16 o 18 carbonis. Cada àtom de carboni s'uneix al següent mitjançant enllaços covalents senzills. Els seus extrems lliures són ocupats per hidrogen. Existeixen dos tipus d'àcids grassos, els saturats (no hi ha dobles enllaços entre els carbonis) i els insaturats (existeixen enllaços dobles entre els carbonis).

**Anió:** és un ió amb càrrega negativa

**Bases o alcalins:** són substàncies que en dissoldre's en aigua produeixen ions  $OH^-$  i tenen  $pH > 0$ .

**Col·loïdals:** són aquelles substàncies formades per una mescla heterogènia composta per una fase fluïda i una altra de dispersa, generalment partícules sòlides que no són apreciables.

**Catalitzador:** és una substància que incrementa la velocitat d'una reacció química.

**Catió:** és un ió amb càrrega positiva

**Electró:** és una partícula subatòmica amb càrrega elèctrica negativa.

**Enzim:** és una biomolècula que catalitza les reaccions químiques (augmenta la velocitat de reacció). La majoria d'enzims són proteïnes.

**Greixos:** són lípids d'origen animal.

**Hidratació:** és aquella reacció que es produeix per la incorporació d'aigua en un compost.

**Hidròfila:** és aquella molècula que presenta afinitat amb l'aigua.

**Hidròfoba:** és aquella molècula que no és capaç d'interaccionar amb l'aigua.

**Hidròxid:** és un compost químic format per la combinació d'un catió metàl·lic i un ió hidròxid.

**Ió:** és un àtom o molècula amb càrrega elèctrica

**Isòtop:** és un àtom amb el mateix nombre atòmic però diferent nombre màssic d'un element químic determinat.

**Olis:** són lípids d'origen vegetal.

**Peròxids:** són substàncies que presenten un enllaç oxigen-oxigen i que contenen l'oxigen en estat d'oxidació.

**PH:** és una mesura de l'acidesa (o basicitat) d'una substància.

**Protó:** és una partícula subatòmica amb càrrega elèctrica positiva.

**Saponificació:** és una reacció química entre un àcid gras i una base que obté com a producte una sal i la mateixa base. Els sabons s'obtenen mitjançant aquest procés.

### Conceptes teòrics:

- 1) **Hidrocarburs:** són els compostos bàsics de la química orgànica formats únicament per carboni i hidrogen. Formen part dels principals combustibles fòssils (petroli i gas natural).
- 2) **Física nuclear:** és la part de la física que estudia les propietats i el comportament dels nuclis atòmics. S'aprofita per crear energia nuclear i per desenvolupar tecnologia, principalment armament, mitjançant la fissió nuclear.
- 3) **Espectre electromagnètic:** és la distribució energètica del conjunt d'ones electromagnètiques, que s'estén des de la radiació de menor longitud d'ona fins a la major longitud (rajos gamma, rajos X, llum ultraviolada, llum visible, rajos infrarojos, microones i ones de radio).
- 4) **Perborat de sodi:** aquest compost és utilitzat en l'elaboració de detergents en pols degut a les seves propietats de blanquejador químic, blanquejador de color. També genera oxigen en una solució aquosa quan la temperatura és igual o superior a 60°C.
- 5) **Silicat de sodi:** és un compost inorgànic molt dissolvent i produeix una solució alcalina en dissolució. Són utilitzats en la fabricació de detergents en pols.
- 6) **Carbonat de sodi:** és una sal blanca i translúcida molt utilitzada en l'elaboració dels detergents. En els detergents, s'encarrega d'assegurar que les substàncies que els componen funcionen correctament, enzims, tensioactius, coadjuvants, etc. Indispensable en les fases de neteja.
- 7) **Biodegradable:** substància que pot ser descomposta ràpidament pel l'activitat dels microorganismes.
- 8) **Aigües dures:** s'anomena aigua dura quan aquesta conté un alt nivell de minerals, normalment de sals de calci i magnesi.
- 9) **Reacció d'oxidació:** forma part de les redaccions redox (tota reacció química que existeix una transferència d'electrons entre els reactius, canviant l'estat d'oxidació). Un element químic estarà oxidat quan capta electrons. En canvi, un element químic serà reduït quan subministra electrons.
- 10) **Reacció de condensació:** és la combinació entre dos molècules per produir un compost i una molècula d'aigua.
- 11) **Reacció de deshidratació:** significa la pèrdua d'aigua.
- 12) **Ortofosfats:** són la classe de fosfats més comuns i contenen l'anió  $\text{PO}_4^{3-}$ .
- 13) **Zeolita:** s'anomena zeolita a un gran conjunt de minerals amb diversitat de funcions. Per exemple, com a catalitzador en la indústria química dels detergents. En alguns casos les zeolites han substituït als fosfats en la producció de detergents perquè són més ecològiques.
- 14) **EDTA:** s'anomena EDTA a l'àcid etilendiaminotetraacètic. Aquest compost i els seus derivats tenen una gran importància biomèdica i farmacèutica.
- 15) **Amilases:** són uns enzims que tenen com a funció catalitzar unes reaccions específiques.
- 16) **Activitat enzimàtica:** és la funció que realitza un enzim, és a dir, catalitzar les reaccions.

- 17) **Fotosintètics:** són un conjunt d'organismes que respiren mitjançant el procés de la fotosíntesi (conversió de matèria inorgànica en matèria orgànica a través de l'energia que aporta la llum).
- 18) **Putrefacció:** o descomposició. És el procés pel qual la matèria, anteriorment viva, es degrada fins a arribar a una forma simple de matèria mineral. La putrefacció fa referència a la proliferació microbiana dins d'un cos.
- 19) **Àcid sulfúric:** és un àcid fort molt utilitzat industrialment. La majoria de producció d'àcid sulfúric és aprofitat per obtenir fertilitzants agrícoles i també per produir fosfat pels detergents.
- 20) **Àcid húmich:** és el principal component de les substàncies húmiques (que estant en l'humus, també anomenat terra vegetal, designa la capa superior del sòl creada i mantinguda per la descomposició de la matèria orgànica per l'acció combinada d'animals, bacteris i fongs) produïdes per la biodegradació de la matèria orgànica.
- 21) **Oxidació anaeròbica:** és el procés biològic de respiració cel·lular que l'acceptor final d'electrons no és l'oxigen.
- 22) **Hemoglobina:** és una heteroproteïna de la sang que s'encarrega de transportar l'oxigen des dels òrgans respiratoris fins als teixits.
- 23) **Tenia:** paràsit provocat per la infecció a causa de menjar carn mal cuita d'animals infectats. És un cuc que s'allotja a l'intestí d'alguns mamífers, entre ells els éssers humans, i pot arribar a mesurar metres de llargada.