



Treball de Recerca

2n de BAT. Departament de Biologia

ELS PLÀSTICS FANTASMES

Gener 2017

Índex de continguts

1. INTRODUCCIÓ.....	1
2. QUÈ SÓN ELS MICROPLÀSTICS?.....	4
2.1 Plàstics, classificació i producció.....	4
2.1.1 Classificació dels polímers.....	5
2.1.2 Producció dels plàstics.....	8
2.2 Microplàstics, origen del terme i classificació.....	9
2.3 Classificació dels microplàstics.....	10
2.4 Fragmentació i degradació.....	15
2.4.1 Plàstics fotodegradables.....	16
2.4.2 Plàstics oxodegradables.....	17
2.4.3 Plàstics biodegradables.....	17
3. ON S'UTILITZEN? INTRODUCCIÓ AL PROBLEMA.....	18
3.1 Microplàstics a la roba.....	18
3.2 Microplàstics als productes d'higiene o cosmètics.....	21
4. I DESPRÉS D'UTILITZAR-LOS? EL PROBLEMA.....	23
4.1 Microplàstics al mar.....	23
4.2 Interacció dels microplàstics amb els organismes.....	26
4.2.1 Quins efectes poden causar?.....	26
4.2.2 Com arriben als organismes?.....	31
4.2.3 Casos concrets basats en estudis.....	33
4.3 Efectes a la salut humana.....	41
5. A LA PRÀCTICA, COM PODEM VISUALITZAR I ANALITZAR ELS ELS MICROPLÀSTICS?.....	43
5.1 Peces de roba amb microplàstics. Estadística de microfibras a l'armari.....	44
5.2 Exfoliants facials amb microplàstics. Comparació Catalunya i Anglaterra.....	46
5.3 Anàlisi de les microfibras de l'aigua de la rentadora.....	49
5.4 Observació de fibres de polièster.....	55
5.5 Anàlisi i comparació dels microplàstics en 4 exfoliants.....	57
5.6 Dificultats de la part pràctica.....	66
6. COM ES RESPON AL PROBLEMA?.....	67
6.1 Mobilitzacions i campanyes.....	67
6.2 Evolució de la legislació.....	69
6.3 Activitats i propostes didàctiques.....	75
7. CONCLUSIONS.....	77
8. AGRAÏMENTS.....	81
9. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES.....	82
9.1 Bibliografia.....	82
9.2 Vídeos.....	83
9.3 Notícies.....	84
9.4 Webs.....	84
10. ANNEXES.....	86
Annex 1 - Trobada amb la Dra. Laura Robinson i la investigadora Eleni Michalopoulou..	86
Annex 2 – Imatges dels organismes i les fibres de les profunditats.....	88
Annex 3 – Fotos articles dels casos concrets.....	89
Annex 4 - Recull imatges campanyes i divulgació en premsa.....	90

1. INTRODUCCIÓ

Quan vaig plantejar-me per primera vegada en quin àmbit m'agradaria centrar el meu treball de recerca, vaig pensar de seguida en endinsar-me en el camp de la biologia i el medi ambient. Hi volia incloure però, algun element que em portés a un enfoc més transversal i que englobés també algun aspecte social i d'actualitat.

Just en aquelles dates al Diari Ara van publicar un article que parlava d'un tema totalment nou per mi: els microplàstics. Es referia a aquests com a petites partícules de plàstic presents en productes d'ús diari que anaven a parar al mar i podien danyar la salut dels organismes marins, incidir en la cadena tròfica, i acabar arribant al nostre plat i per tant a nosaltres. Així, les seves possibles conseqüències en l'àmbit de la salut tant de les persones com d'altres organismes, eren un aspecte a considerar tant a curt com a llarg termini. D'aquesta manera se'm va despertar la curiositat i vaig començar a cercar més articles; en trobava pocs en català i castellà, però en canvi en anglès, encara que la majoria eren molt recents, n'hi havia molts més. Semblava doncs, que era un tema nou i d'actualitat, tal i com jo buscava i a més tenia una implicació social ja que la societat contribuïa al mal. El fet que aquí fos pràcticament desconegut em va motivar de tal manera que vaig passar-me dies i dies llegint articles i notícies.

Va donar la coincidència que a començaments d'estiu vaig fer una estada a Anglaterra. Allà vaig poder confirmar per diverses fonts que aquest tema, aquí força desconegut, era allà molt més present, real i general. És a dir, hi havia una major conscienciació de la societat. Aleshores ho vaig tenir clar, valia la pena fer un esforç per cercar la informació necessària, fer una investigació sobre el tema fent anàlisis i comparacions, i fins i tot incidir en el seu coneixement i conscienciació al meu país, Catalunya. Estava motivada i preocupada preguntant-me si la manca de conscienciació al nostre país podria acabar jugant en contra de la nostra fauna més propera i fins i tot arribar a posar en perill nostra salut.

Organitzar el treball no va ser fàcil. Evidentment vaig començar per buscar informació i llegir molt, sobretot en anglès, ja que la major part d'informació que trobava estava relacionada amb universitats, i la llengua en que es publica en l'àmbit acadèmic és majoritàriament l'anglès. A més, vaig trobar com moltes de les investigacions al respecte havien estat realitzades per universitats angleses com la de Plymouth i Exeter, i Bristol. De fet una de les dificultats més grans i que m'ha comportat un temps de dedicació significatiu ha estat la traducció i interpretació dels diferents articles amb els que es basa el meu treball. 2 Però també m'han comportat gratificacions importants, com el contacte directe amb unes investigadores de la universitat de Bristol, a qui vaig tenir l'oportunitat de visitar en directe.

Aviat vaig veure que volia que el treball tingués dues parts:

- Una part de recerca d'informació que em permetés aprendre que són exactament els microplàstics, assimilar el problema i ser capaç d'explicar-lo, analitzar-lo i fer comparacions.

- Una part més pràctica, que inclogués treball de laboratori, que em permetés comprovar en directe l'existència de microplàstics en productes d'ús diari.

Les dues parts convergien en una millor conscienciació del problema, que era un dels primers objectius en que vaig pensar. Però sobretot entre les dues podia provar de confirmar les idees que se m'havien acudit en començar a llegir sobre el tema i que ja podia formular com a **hipòtesis** concretes de la següent manera:

H1- Hi ha microplàstics en productes d'ús ben habitual, com per exemple els cosmètics o productes d'higiene, que després de passar per les nostres mans, van a parar al mar.

H2- La conscienciació i la legislació corresponent no és la mateixa en tots els països, sinó que hi ha grans diferències.

Això em va permetre establir uns **objectius** preliminars per la recerca d'informació que vindrien a ser la recerca de respostes a les preguntes següents:

O1- Determinar que són els microplàstics i com es classifiquen.

O2- Esbrinar en quins productes del nostre entorn s'utilitzen.

O3- Determinar-ne les conseqüències quan arriben al mar, com interaccionen amb els éssers vius i si ens poden afectar.

Les seves respostes han originat els capítols 2, 3 i 4, constituint el primer bloc del treball, més explicatiu.

La part pràctica ha estat més enfocada a contrastar les hipòtesis.

Per una banda, he desenvolupat experiments pràctics, que podríem dir de laboratori, tot i que els he fet amb eines molt casolanes, que són les que tenia al meu abast. L'objectiu era contrastar la hipòtesis **H1** de manera que volia analitzar, observar o mesurar d'alguna manera els microplàstics utilitzats al nostre voltant. I volia fer-ho amb objectes d'ús ben quotidià per gent de la meua edat: la roba i productes com els exfoliants. A més, de cara ja a la segona hipòtesi, **H2**, volia aprofitar per comparar dos països, Catalunya i Anglaterra, que he agafat com a països de referència en aquest treball.

Així els objectius concrets que m'han portat a realitzar les pràctiques del capítol 5, han estat:

O4- Fer l'estadística de microfibrilles de plàstic en peces de roba habitual.

O5- Fer l'estadística de microplàstics en una mostra d'exfoliants, de Catalunya i Anglaterra.

O6- Analitzar les microfibrilles presents en una mostra d'aigua residual de la rentadora.

O7- Observar al microscopi els microplàstics de diversos productes d'higiene i fer-ne una comparació.

O8- Observar microplàstics en forma de microfibrilla al microscopi.

Per altra banda em semblava important revisar com estem responant al problema. Volia concretar en els microplàstics estudiats al llarg del treball i la legislació corresponent. Era una manera concreta de contrastar la hipòtesis H2 de que la legislació evolucionava diferent, o almenys a velocitats diferents, segons el país. En aquest sentit, els objectius concrets han estat:

O9- Buscar informació sobre la legislació

O10- Analitzar com les campanyes realitzades la fan evolucionar.

En veure com les campanyes i la conscienciació feien evolucionar al legislació, no he pogut resistir la temptació de proposar els experiments realitzats al capítol 5 com a activitats didàctiques per tal de millorar la conscienciació de la gent sobre tot dels més petits, el futur del planeta. D'aquesta manera el capítol 6 és una bona resposta al que m'havia motivat i preocupat des de l'inici. Constitueix l'últim dels objectius:

O11- Trobar la manera d'augmentar la conscienciació a Catalunya.

Per tal d'elaborar tot aquests punts, la informació ha estat bàsicament extreta de molts articles publicats a revistes científiques per universitats i equips d'investigació internacionals. la trobada amb la Dra. Laura Robinson, professora del departament de geoquímica a la Universitat de Bristol i gràcies a ella també la trobada amb la investigadora Eleni Michalopoulou han estat factors clau alhora de realitzar el treball. Les dues han fet investigacions sobre els microplàstics i van mostrar un gran interès cap al meu treball contentes de que conegués el tema i n'estigues fent tot un treball de recerca. L'assistència a una conferència en que van parlar elles dues em va aclarir moltes idees alhora que em va motivar encara més. Agraieixo molt els seu interès i la seva amabilitat amb mi oferint respostes a totes les meves preguntes i proporcionant-me idees per la part pràctica del treball.

El capítol 7 resumeixo les conclusions a que he arribat en aquest treball fent referència als objectius i hipòtesis plantejades.

Finalment valoració personal al final de les conclusions.

2. QUÈ SÓN ELS MICROPLÀSTICS?

Per definir posteriorment el terme microplàstic haurem de saber com es produeixen i quines propietats tenen, per això ens cal saber primer què és un plàstic i de quines maneres aquest pot convertir-se en un microplàstic.

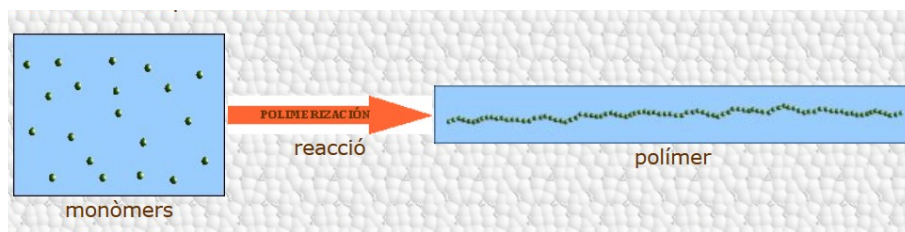
2.1 Plàstics, classificació i producció

Utilitzem el terme «plàstic» quan ens referim a un determinat tipus de material compost per materials orgànics polimèrics, és a dir, formats per polímers, amb una alta massa molecular.

Des dels seus inicis, la natura ha creat substàncies macromoleculares per tal de donar forma i consistència als éssers vius que poblaven la Terra. Els teixits dels animals per exemple, estan constituïts per proteïnes, macromolècules molt ben organitzades i molt funcionals. En els arbres i les plantes aquestes són l'anomenada cel·lulosa¹.

De la mateixa manera que aquests arbres i plantes, els plàstics estan formats per uns polímers orgànics, molècules gegants (macromolècules) que consisteixen principalment en àtoms de carboni units a altres àtoms com podrien ser l'hidrogen i l'oxigen (formant monòmers). En un segon pla, en menys quantitat, hi trobaríem àtoms com els de clor, fluor, nitrogen o silici.

Hermann Staudinger va començar a estudiar aquests polímers el 1922, al 1926 va arribar a aquesta conclusió sobre la composició dels polímers, i al 1953 va rebre el Premi Nobel de Química per la seva feina.



Il·lustració 1: Esquema d'una polimerització

Per tal de «transformar» els monòmers en polímers de manera industrial i, per tant, obtenir plàstic com a resultat, s'utilitza una reacció de polimerització. Un procés químic pel qual els reactius, compostos de baix pes molecular anomenats monòmers, s'agrupen químicament entre si donant lloc a una molècula de gran pes molecular, anomenada polímer, en una cadena lineal, ramificada o una macromolècula tridimensional.

¹.Biopolímer. Descoberta el 1838 pel químic francès Anselme Payen, que va aïllar-la a partir de matèria vegetal i en va determinar la fórmula química. L'any 1870 la Hyatt Manufacturing Company la va utilitzar per a produir amb èxit el primer polímer termoplàstic. Hermann Staudinger va determinar l'estructura de polímer de cel·lulosa el 1920.

Els polímers es poden classificar en orgànics o inorgànics, segons si contenen o no carboni a la cadena principal. Els polímers orgànics poden ser naturals, sintètics o semisintètics.

Tot i que han estat sempre entre nosaltres², el procés d'obtenció dels polímers requereix tenir uns grans coneixements de química orgànica ja que les reaccions necessàries, en general, només es poden generar a partir de reactius purs.

Per això, fins al segle XX, la gran majoria dels materials polimèrics utilitzats eren només materials naturals com les fibres vegetals, la fusta o les resines en que el grau de transformació per a la seva utilització era mínim, ja que es troben a la natura i formen els éssers vius.

2.1.1 Classificació dels polímers

Actualment ja podem obtenir diferents polímers fent diverses reaccions i modificacions. Així, a banda dels naturals, podem parlar de més de polímers segons la seva obtenció:

- **Polímers semisintètics:** obtinguts a partir de la transformació de polímers naturals. Per exemple, la nitrocel·lulosa.

Aquests són els primers polímers que van ser sintetitzats. El 1839 Charles Goodyear va crear el vulcanitzat del cautxú³. El nitrat de cel·lulosa o la nitrocel·lulosa⁴ va ser sintetitzada accidentalment el 1846 pel químic Christian Friederich. El 1868, a partir d'un nitrat de cel·lulosa, John W. Hyatt va sintetitzar el cel·luloide⁵.

- **Polímers sintètics:** obtinguts a partir de la transformació industrial dels monòmers dels polímers. Un exemple n'és el poliestirè. El primer polímer sintètic a ser sintetitzat va ser la baquelita, creada pel químic belga Leo Hendrik Baekeland el 1909. Baekeland va fer reaccionar fenol, formaldehid i altres ingredients sota pressió i a alta temperatura. El material resultant es va usar sobretot per fabricar peces aïllants per a equip elèctric, com ràdios i telèfons. A partir de llavors va començar el desenvolupament d'una enorme quantitat de plàstics diferents: vinil, poliestirè, acrílic, poliuretà i molts altres. Cada un d'ells ha anat ocupant un lloc en la indústria i tots han obtingut un gran èxit comercial.

Segons la seva constitució, també podem dividir-los en:

- **Homopolímers** si el monòmer que es repeteix al llarg de la cadena és sempre el mateix.

2. Podríem dir que són tant antics com la vida a la terra ja que tota la vida a la terra es basa en tres tipus de polímers: DNA, RNA i proteïnes.

3. Elastòmer extret del làtex de diverses plantes (arbres, lianes o herbes) generalment pròpies de la zona intertropical.

4. Èster nítric de la cel·lulosa, que s'obté per l'acció de l'àcid nítric sobre fibres de cel·lulosa, especialment cotó, i constitueix un explosiu d'alta velocitat de combustió.

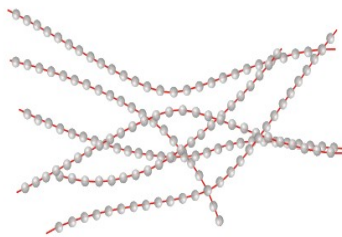
5. Producte termoplàstic, el més antic conegut (1865), preparat per dispersió homogènia del nitrat de cel·lulosa. Pot ésser emmotllat en blocs, peces i làmines o estirat en barres i tubs.

- **Copolímers** si la unitat que es repeteix està formada per dos tipus diferents de polímers.

Tenint en compte el seu comportament mecànic envers la calor, comportament degut a les característiques de les macromolècules, podem classificar-los en tres grups diferents. Per una banda tenim els elastòmers, és a dir les gomes, i per altra banda tenim els termoestables i els termoplàstics, els anomenats plàstics. A continuació es descriu cada tipus.

Plàstics termoplàstics

Són aquells en que les seves macromolècules estan disposades lliurement, sense estar entrelaçades. Això permet que s'estovin amb la calor i així adquireixin la forma desitjada la qual es conservarà al refredar-se. Les molècules són cadenes llargues i independents.



Il·lustració 2: Cadenes llargues i independents dels termoplàstics.

Els sis plàstics més comuns al mercat pertanyen a aquest grup, el polietilè, el polipropilè, el clorur de polivinil, el poliestirè, el poliuretà i el polietilè tereftalat:

- **Polietilè (PE)**: és el plàstic més comú, utilitzat per a fabricar bosses, recipients, contenidors etc. presenta una textura sedosa, és flexible, tenaç i lleuger.

Una molècula de polietilè (provinent de l'etilè) es tracta d'una cadena llarga lineal d'àtoms de carboni, amb dos àtoms d'hidrogen units a cada àtom de carboni.

Va ser sintetitzat per primera vegada pel químic alemany Hans von Pechmann, qui ho va preparar per accident el 1898 mentre escalfava diazometà⁶. El 27 de març del 1933 va ser sintetitzat com es coneix avui dia.

En podem distingir dues varietats principals segons la seva densitat:

- **El polietilè de baixa densitat (LDPE)**: les cadenes moleculars que presenta són molt ramificades. Utilitzat en làmines i bosses, tubs de tinta a bolígrafs, etc.
- **El polietilè d'alta densitat (HDPE)**, les seves cadenes moleculars són poc ramificades. S'utilitza en envasos com els de productes de neteja, joguines, aïllaments elèctrics, etc.

6. Compost orgànic de fórmula CH_2N_2 . Es presenta com un gas de color groc, tòxic, que bull a $-23\text{ }^\circ\text{C}$.

- **Polipropilè(PP)**: És tenaç, lleuger i barat. Es pot doblegar moltes vegades sense trencar-se. S'usa en cubs, carpetes, carcasses d'electrodomèstics, ampolles, resistents, caixes, etc.

- **Clorur de polivinil (PVC)**: Hi ha dues varietats, la flexible i la rígida. La flexible s'utilitza molt per recobrir per exemple conductors elèctrics o mànegues de jardí, en canvi, la forma rígida, que té alta resistència mecànica i duresa, la trobem en canonades, marcs de portes i finestres, aïllants elèctrics, impermeables, antics discs de música (*vinils*) etc.

- **Poliestirè (PS)**: És un plàstic força fràgil i lleuger, però molt resistent als atacs químics i a la humitat. És utilitzat per a fabricar safates de menjar, envasos de iogurt, gots i plats de plàstics, etc.

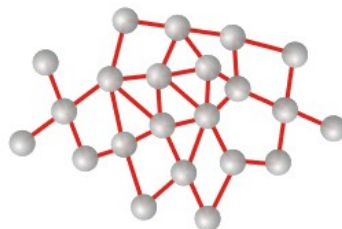
La varietat més coneguda és el poliestirè expandit (EPS) o porexpan (suro blanc). És molt lleuger i excel·lent aïllant tèrmic. Molt emprat per embalatge d'objectes fràgils com a protectors o planxes aïllants.

- **Poliuretà (PUR)**: El poliuretà és una resina sintètica que s'obté a través de la condensació de polièsters. Presenta una baixa densitat i és molt utilitzat com aïllant tèrmic, adhesius, pintures, fibres, segells i moltes més aplicacions.

- **Polietilè tereftalat (PET)**: És un plàstic transparent i impermeable a components gasosos com el CO₂ de les begudes gasoses, resistent als àcids i temperatures extremes. S'utilitza en ampolles de refrescos, envasos pel forn i congelador, cintes de vídeo i àudio, roba de tergal etc.

Plàstics termoestables

Són aquells en que les seves macromolècules s'entrecreuen formant una xarxa de malla tancada ja que els seus àtoms estan units en una xarxa d'enllaços covalents que engloba tot el material, és a dir, és com si fos una única molècula. Aquesta disposició no permet nous canvis de forma mitjançant calor o pressió de manera que els plàstics només es poden deformar una vegada.



Il·lustració 3: malla tancada que formen les molècules dels plàstics termoestables

Entre els més comuns hi trobem els fenols, les amines i les resines de polièster.

Elastòmers

Finalment trobem els **elastòmers**, en aquests, les molècules estan ordenades amb un grau baix d'encreuament, és a dir, hi han pocs enllaços. Aquesta disposició permet obtenir plàstics de gran elasticitat que recuperen la seva forma i dimensions quan deixa d'actuar sobre ells una força.

Entre els més comuns hi destaquen el cautxú, el neoprè, el poliuretà i la silicona.

2.1.2 Producció dels plàstics

En poc més d'un segle, el plàstic ha esdevingut imprescindible per a l'enginyeria moderna i la producció de béns de consum de masses ja que ofereix un gran ventall de possibles aplicacions. Per fer-nos-en una idea, en tan sols 50 anys, la producció mundial de plàstics ha passat de 1,5 milions de tones l'any el 1950 a 280 el 2011. El més probable és que aquesta tendència es mantingui.

Els cinc tipus de plàstics més comuns (poliolefinas, PVC, PS, EPS i PET) representen gairebé el 70% de la demanda mundial, és a dir, aproximadament 200 milions de tones. Per al període de 2010 a 2018 s'espera que el consum global de plàstics creixi, de mitjana, entorn del 4% anual com va passar del 2010 al 2011.



Il·lustració 4: Gràfic proporcionat per Plastic Europe el 2015 de la producció mundial i europea de plàstic

Aquestes dades corresponen a les primeres estimacions de producció i consum mundial. Les dades definitives globals, europeus i nacionals, així com les estadístiques relacionades amb la gestió de finalització de vida dels plàstics, es donaran a conèixer més endavant amb la publicació de l'informe anual de PlasticsEurope 'Plàstics – situació en 2012'.

Aquest augment de producció ha comportat necessàriament un augment dels residus. El medi marí és especialment vulnerable als residus de plàstic, que formen el 80% de les enormes plaques de residus que hi ha als oceans Atlàntic i Pacífic i provoquen danys a les espècies marines, que s'hi poden enredar o els poden ingerir. La presència de residus plàstics fins i tot a les zones més llunyanes dels mars i les costes del món demostra que s'ha de pagar un preu per aquest excés. A més, el plàstic convencional conté un

gran nombre i, en alguns casos, una gran proporció d'additius químics que poden ser cancerígens, provocar reaccions tòxiques o actuar com a disruptors endocrins.

2.2 Microplàstics, origen del terme i classificació

Els plàstics es poden classificar segons la mida en megaplàstics, macroplàstics, mesoplàstics, microplàstics i nanoplàstics. Tot i això, jo en aquest treball i tal i com s'ha fet en molts estudis, inclouré els nanoplàstics i una part dels mesoplàstics dins del grup dels microplàstics. D'aquesta manera entendrem com a **microplàstics** les **partícules de plàstic d'una mida menor o igual a 5mm**.

Donat que els residus de plàstics s'acumulen al mar, les referències als microplàstics apareixen de manera natural en estudis dels oceans. En les últimes dècades s'ha trobat que els microplàstics s'acumulen al mar, ja sigui surant sobre la superfície o enfonsats, tot depenent de la densitat del tipus de plàstic. Exposats així, als organismes marins.

La primera vegada que es va informar sobre la seva existència a l'oceà en la literatura científica va ser cap als anys 70 de la ma de Carpenter concretament el 1972. Publicacions posteriors parlen sobre estudis dels anys 60 a on es van identificar fragments de plàstics en aus.

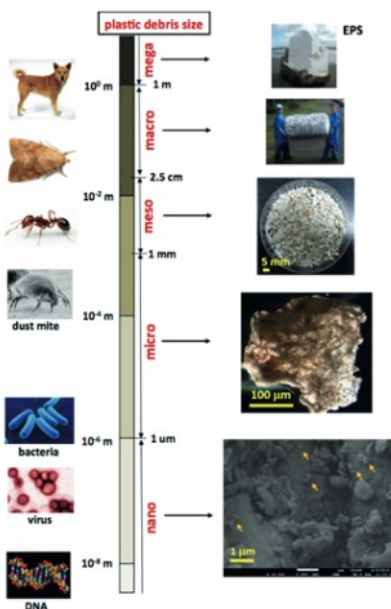
No està massa clar en quin moment es va fer us del terme «microplàstics» per primera vegada en relació amb les deixalles marines, però va ser mencionat per Ryan i Moloney al 1990 en l'explicació dels resultats d'unes mostres extretes de les platges de Sud-Àfrica i en els informes de campanya de l'Associació d'Educació Marina també a la dècada del 1990.

Al 2004 ja va ser utilitzat per descriure la distribució de fragments de plàstic a l'ambient marí, en aquella època però, no es va proposar cap definició formal del terme, tot i que a grans trets implicava que el material només podia ser identificat amb l'ajuda d'un microscopi.

Des de llavors, el terme microplàstic, s'ha utilitzat àmpliament per descriure peces petites de plàstics amb una escala de mil·límetres o per sota d'aquesta.

Avui en dia, com ja he citat, són considerats microplàstics aquelles partícules de plàstic d'una mida inferior a 5mm. Dins d'aquest rang, podem ser més específics i distingir-ne els nanoplàstics, partícules d'una mida inferior a 1micra produïdes moltes vegades com a conseqüència d'una degradació dels microplàstics.

En la imatge es mostren mesures d'objectes de plàstic en el medi marí i algunes comparacions amb altres organismes o estructures.



Il·lustració 5: Classificació segons la mida dels plàstics

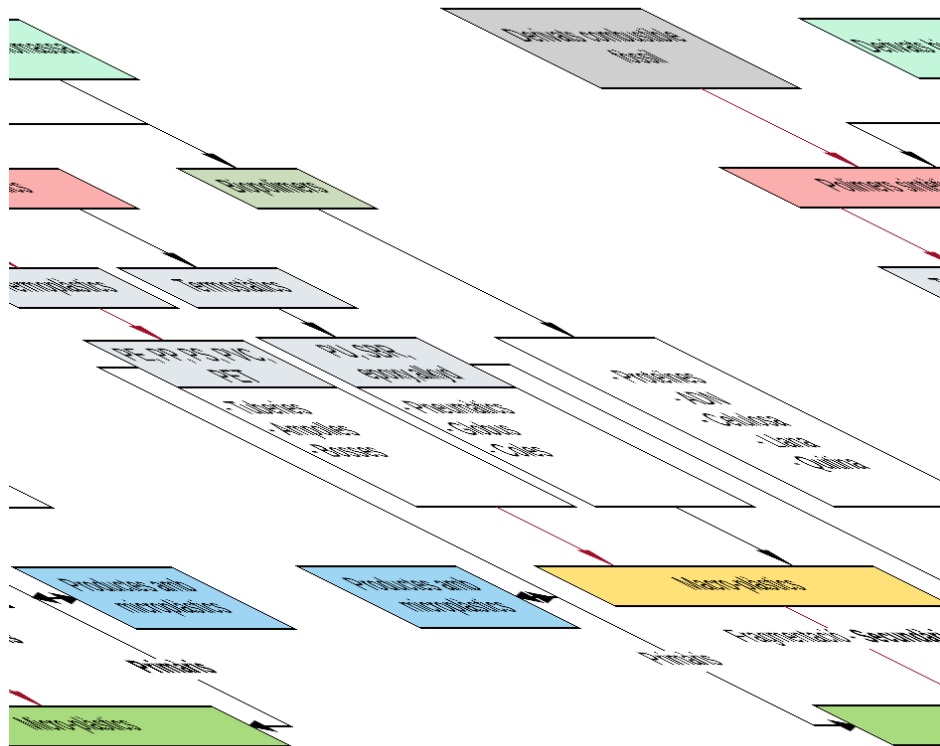
2.3 Classificació dels microplàstics

Els microplàstics provenen dels plàstics però segons la via de formació els podem dividir en els **primaris** i els **secundaris**.

Aquesta classificació ve donada per l'origen del microplàstic, és a dir, segons si aquest ha estat originalment creat per tenir aquesta mida, creat amb la intenció de produir un microplàstic com a producte primer, o bé ha estat el resultat de la fragmentació de peces de plàstics més grans.

En el primer cas, parlem dels microplàstics primaris, que s'utilitzen en molts productes com per exemple en els d'higiene personal com les pastes de dents i els exfoliants per tal d'aconseguir bons resultats de neteja a un baix cost. També els trobem en les fibres sintètiques utilitzades en els teixits de la roba o en la composició d'algunes pintures.

En el segon cas, parlem de microplàstics secundaris, microplàstics que han estat formats com a conseqüència de la fragmentació de bosses de plàstic, deixalles un cop dipositades al medi ambient o bé pel desgast de productes degut al seu ús com passa amb els pneumàtics.



Il·lustració 6: Esquema de formació dels microplàstics. Font: fet amb el programa. Partint de l'esquema de l'estudi GASP

Pel que fa als microplàstics dels teixits i a la pintura, actualment hi ha una certa confusió. En alguns els inclouen dins dels secundaris, ja que per molt que es presentin sense necessitat de fragmentació, la intenció en la seva fabricació no era creació microplàstics. Tot i així, sovint

es consideren microplàstics primaris ja que no és necessària la fragmentació d'un plàstic més gran per formar-lo.

A l'esquema superior, s'hi veuen representades les vies d'obtenció de microplàstics. A partir de derivats de combustible fòssils i de derivats de biomassa podem obtenir polímers sintètics. A partir dels derivats de la biomassa també s'obtenen biopolímers però aquests consisteixen en polímers produïts per organismes vius, ho són materials com la llana, la cel·lulosa, l'ADN o les proteïnes, per exemple. Continuant per la branca dels polímers sintètics, podem formar termoplàstics a partir dels combustibles fòssils, que són els més comuns (ampolles d'aigua, canonades, bosses, etc.), i termostàtics a partir dels derivats de la biomassa (pneumàtics, globus, coles, etc.)

Un estudi noruec sobre les fonts de microplàstics, va desenvolupar un model conceptual sobre la procedència d'aquests basat amb les seves troballes. Per tal de fer una classificació més concreta dels microplàstics he agafat aquest estudi com a referència.

FONTS PRIMÀRIES DE MICROPLÀSTICS		
1. Microplàstics creats intencionadament		
Font principal	Subgrup	Exemples
Productes per al consum	Exfoliants en productes d'higiene personal	Microplàstics a les pastes de dents, a exfoliants corporals i facials.
	Altres productes d'higiene personal	A pintallavis, cremes solars, màscares de pestanyes.
	Altres productes pel consum	En purpurines, tóners, polvos antilliscants.
Productes d'ús comercial o industrial	Al polir/netejar metalls	Pols del plàstic polit/netejat amb un raig d'arena a les drassanes, manteniment allunyat de la costa.
	Al polir/netejar en altres processos.	Pols del plàstic polit/netejat procedent de parts de cotxes, eines.
	Indústria en progrés	Especialment productes químics amb microplàstics ex. explotació de l'oli i el gas, impremta de teixits.
	Aplicacions mèdiques	Abrillantador/polidor de dents en els dentistes i aplicacions mèdiques d'esferes de plàstics en ex. medicines.

2. Microplàstics com a biopolímers inherents en el procés d'un producte		
Font principal	Subgrup	Exemples
Emissió de pols de microplàstics en la producció industrial o en el manteniment de macroplàstics	Manipulació o manteniment comercial d'objectes de plàstic.	Pols resultant de tallar, llimar i modificar objectes de plàstic com en reparacions de barques i drassanes, reparacions de cotxes i vaixells i esquís.
	Centres de manteniment de plàstic pintat damunt de superfícies marítimes	Emissions de pols del plàstic de pintar, polir/netejar amb un raig d'arena, neteges a altes pressions i sobretot a les drassanes.
	Manteniment de superfícies de plàstic tractat.	Pols de l'aplicació de pintura i el manteniment d'altres construccions metàl·liques pintades ex. ponts, edificis, canonades.
Pols i fibres de productes durant el seu ús normal.	Emissions de pols de la casa	Pols de plàstic de la neteja o el desgast de peces de plàstic a l'interior de les cases ex. joguines, mobles.
		Fibres tèxtils despreses de la roba a la rentadora i assecadora
		Neteja privada de pintura (rascant).
	Emissions de pols de les ciutats	Partícules de plàstic despreses de la pintura de les carreteres o de les rodes dels cotxes.
		Pols del desgast de pintures i segellants.
	Emissions de pols a l'interior d'edificis públics o comercials.	Partícules despreses del poliment o desgast de sistemes de canonades de plàstic.
		Pols d'oficina i similar, ex. habitacions encatifades, copisteries, abrasió en zones d'accés públic de gran densitat
		Aigües residuals de bugaderies industrials
	Agricultura	Degradació de l'agrifilm ⁷
Sector marítim, aqüicultura i pesca	Desgast o neteja de cordes de plàstic i superfícies als ports	
	Aigües residuals de l'aqüicultura i de la neteja de les xarxes pesqueres.	

7. Lona utilitzada per exemple en hivernacles i alguns processos agraris.

3. Llançament no intencionat		
Font principal	Subgrup	Exemples
Transport	Pèrdues accidentals	Esferes de plàstic despreses de matèria primera de plàstic
Focs i incineració de deixalles de forma il·legal		Emissions de pols de focs i incineracions no controlades.

FONTS SECUNDÀRIES DE MICROPLÀSTICS		
1. Fragmentació natural de microplàstics al mar		
Font principal	Subgrup	Exemples
Deixalles macroplàstics per culpa de una mala gestió il·legal o no regularitzada dels residus terrestres	Abocadors municipals	Pèrdues de plàstics a causa de l'aire si aquests no han estat ben coberts. Partícules de plàstic de les aigües residuals.
	Residus de la indústria i de la construcció	Residus de construccions en procés
	Abocadors privats il·legals	Abocadors il·legals
	Escombraries als espais públics	Parcs, llocs de recreació, llocs de lectura.
Deixalles de macroplàstics per culpa d'una gestió il·legal o no regularitzada dels residus marins	Pesca	Residus llançats per la borda
		Pèrdua de xarxes de pesca
	Aqüicultura	Abandonament d'equipament
		Pèrdua dels flotadors
	Embarcacions i indústria d'alta mar	Residus de plàstic tirats per la borda o objectes perduts Desgast i fragmentació de embarcacions abandonades
Activitats de lleure a la costa i en embarcacions	Plàstics llançats directament al mar des de les embarcacions o des de la costa	
Aigües residuals	Plantes públiques de tractament d'aigües residuals (depuradores)	Macroplàstics que passen els filtres mecànics

	Aportació fluvial regular	Macroplàstics dipositats directament als llacs i els rius
	Catàstrofes (pèrdues no intencionades)	Residus de macroplàstic portats des de terra durant episodis d'inundacions o tempestes
2. Com a conseqüència de l'actuació d'animals		
Font principal		Exemples
Vessat per animals		Mòlta del plàstic en microplàstic al pedrer (molí gàstric) de l'abundant macro fauna.
Perforació per animals		Creació de partícules de microplàstic per isòpodes perforadors
Animals que contribueix a una major erosió de les restes de plàstiques marines		Les aus marines porten trossos de corda com a material de nidificació (per a construir els nius), susceptibles a una ràpida degradació per UV
3. Remoliment		
Font principal		Exemples
Ports		Aixecament i fragmentació dels sediments per les hèlix dels vaixells
		Dragat de sediments contaminats amb plàstic
Punts de construcció		Excavació de sols contaminats per plàstics Reutilització de materials i residus de construcció

Cal remarcar de nou que, en general, hi ha certa confusió en alguns estudis a l'hora d'utilitzar el terme «microplàstics secundaris». Alguns per exemple, classifiquen la «pols» de les cases i la pintura marina (la utilitzada en les embarcacions) com a microplàstics secundaris ja que abans de que es transformin en microplàstics se'ls hi ha hagut de donar un ús. En aquest estudi noruec però ho consideren com una font de microplàstics primària ja que les emissions d'aquests es donen com a resultat de l'ús del producte.

2.4 Fragmentació i degradació

Mentre que els microplàstics primaris ja han estat creats per tenir aquesta mida, els microplàstics secundaris són aquells formats com a producte de processos de degradació i fragmentació de plàstics d'una mida major. En aquest apartat descriuré com són aquests processos.

La principal causa de la degradació dels plàstics a l'aire lliure és la radiació UV dels rajos solars, aquesta facilita la degradació oxidativa dels polímers, és a dir, la degradació provocada per l'oxigen atmosfèric. A més però, podem distingir uns altres tres tipus de degradació: són la fotodegradació, la oxodegradació i la biodegradació. Aquestes constitueixen tres tipus de plàstics; els oxodegradables; els fotodegradables i els biodegradables, si bé tots ells són alhora oxidats per l'oxigen, és a dir, en tots ells també s'hi produeix una degradació oxidativa.

En etapes avançades del període de degradació, el plàstic es descoloreix i normalment es «fragilitza» es torna trencadís i feble. En aquest punt, qualsevol força com el vent, les onades, l'activitat humana o la mossegada d'un animal el pot fragmentar molt fàcilment.

La majoria de plàstics que trobem no són resines verges, és a dir, a banda de la matèria prima incorporen una gamma d'additius seleccionats per modificar les propietats d'aquesta resina inicial, per tal de adaptar-se a la perfecció a les qualitats que necessitem en el producte final. Tots aquests additius solen canviar el grau de degradació oxidativa i per tant, la resistència a la intempèrie del plàstic. Per exemple, quan com a additius es fan servir antioxidants, molt sovint el període de degradació del plàstic augmenta.

El desgast dels plàstics més comuns ha estat àmpliament estudiat en diversos ambients, però aquests estudis sempre s'han centrat en les primeres etapes de degradació del producte quan aquest encara té una «vida» útil. Això és el motiu principal pel qual la informació sobre el llarg període de degradació i fragmentació posterior sigui escassa. Com a conseqüència, es desconeixen els efectes i impactes que poden tenir les variacions en, la temperatura, la pressió hidrostàtica(a quina profunditat es troben) la presència de productes contaminants com l'oli a l'aigua, la contaminació biològica⁸, la reducció de l'exposició de UV etc.

Al no existir mètodes suficientment fiables per tal de determinar quant temps porten els plàstics exposats a l'aire lliure o quina edat tenen (sobretot en el medi marí), és molt difícil d'investigar-ne el funcionament exacte de la seva degradació. De fet, en les converses amb la doctora L. Robinson i Eleni Michalopoulou, investigadores de la Universitat de Bristol, es va comentar que actualment hi ha qui dubta de que el període degradació dels plàstics comuns com el polietilè sigui de 1000 anys com es s'acostuma a dir.

Cal destacar que la salinitat és un factor que accelera la degradació dels plàstics, de manera que si es troben en el medi marí, la degradació serà més ràpida.

⁸ La contaminació biològica d'aigües és causada bàsicament per la presència d'excrements humans o d'origen animal, i està habitualment associada a la ràpida urbanització i la manca de tractament de les aigües servides. Alguns bacteris són inofensius i altres participen en la degradació de la matèria orgànica continguda en l'aigua.

2.4.1 Plàstics fotodegradables

Es tracten d'uns plàstics que reaccionen als raigs ultraviolats perdent resistència i fragmentant-se en partícules molt petites. La llum solar que hi insereix és més «forta» que la unió entre les molècules que enllacen el plàstic i com a conseqüència aquest es trenca a trossos formant els anomenats microplàstics ja que la degradació no és total.

Actualment moltes bosses de plàstic porten l'etiqueta de ser fotodegradables i es venen com a bosses que s'autodestruïen amb la llum solar, però seguint la definició de com es degrada un plàstic fotodegradable veiem que això no es cent per cent així, aquest no desapareix sinó que es degrada parcialment. Si deixem una bossa a l'aire lliure i anem observant què li passa, al llarg dels dies veuríem com es va desfent i esmicolant en fragments de plàstic cada vegada més petits, però no s'acaba de degradar mai del tot. Aquests plàstics solen estar fabricats amb una barreja de substàncies com ara polietilè, un plàstic no degradable, i de midó, el qual es tracta d'un sucre i per tant és degradable. En el procés de degradació per efecte de la llum com passa en el cas de les bosses, el que desapareix doncs només és el midó.

Ja des de fa anys s'estan fent investigacions per tal de trobar microorganismes capaços de degradar plàstics com el polietilè i d'altres. El 8 d'abril del 2014 per exemple, es va publicar un article a «noticiadelaciencia.com» on explicava com uns científics de la Universitat de Beihang a Pequín, havien comprovat que certs bacteris dels intestins d'unes orugues de les que se sap que ingereixen envasos d'aliments, eren capaços de degradar el polietilè. Ja feia molts anys que la comunitat científica havia estat intentant esbrinar la manera de que tots aquests residus plàstics desapareguessin, però, en experiments anteriors havien de sotmetre els plàstics a unes condicions determinades perquè els bacteris els degradessin. L'equip de Yung Jang, el cap de la investigació, volia trobar la manera de que el procés fos més simple, sense passos previs, i sembla que de moment les investigacions van per bon camí ja que aquests bacteris, pertanyents a una larva d'arna, compleixen aquest requisit.

Tot i que s'intenta obtenir plàstics també de plantes per tal que la producció sigui més abundant, de moment els plàstics biodegradables (explicats a continuació) són encara massa cars per utilitzar-los a l'hora de fer productes d'ús freqüent com les bosses dels supermercats. Fins que no hi hagi en el mercat bosses completament biodegradables, els milions o bilions de minúsculs fragments que quedin de les bosses fotodegradables s'aniran acumulant en l'ambient. D'aquesta manera hi hauria un polsim de plàstic envoltant les ciutats i per tant, mentre aquestes bosses totalment biodegradables no estiguin a l'abast de tothom és millor fer ús de les bosses de roba.

Recentment també s'ha publicat un article a la revista *Environmental Science & Technology* on s'explica la conversió d'un plàstic sintètic, el PET (tereftalat de polietilè) en un altre plàstic biodegradable, el PHA (polihidroacilcanoat). Aquesta conversió està però, en fase experimental i l'aplicació pot tardar molt de temps. En part, segurament per culpa de motius econòmics.

2.4.2 Plàstics oxodegradables

En aquests es distingeixen diverses etapes de degradació. En la primera etapa passa el mateix que en el cas anterior, hi actua la llum ultraviolada. En la segona etapa però, reacciona amb la calor i la tensió, és a dir, l'esforç que s'hi aplica.

Entre les noves tecnologies pel que fa als plàstics, és una de les que s'ha presentat com a millor ja que transforma amb un període de reciclatge relativament curt (d'alguns mesos fins a uns quants anys) el plàstic en H₂O, CO₂ i en una petita quantitat de biomassa. Es tracta d'una tecnologia útil i no massa cara que consisteix en la introducció d'una petita quantitat d'un additiu que durant el procés de fabricació del plàstic li canvia la composició química. La propietat elemental és que la degradació del plàstic es provoca durant la fabricació i un cop aquest s'exposa a la llum, la calor o la tensió aquest procés de degradació s'accelera. És l'única tecnologia que permet que els plàstics es degradin totalment sota qualsevol circumstància.

2.4.3 Plàstics biodegradables

Els plàstics biodegradables són aquells que es descomponen per l'acció de microorganismes com bacteris, fongs o algues, per l'anomenat procés de biodegradabilitat, procés biològic pel qual un producte o una substància és consumit completament per organismes vius que el transformen en elements químics naturals.

El plàstic biodegradable es pot descompondre de forma aeròbica o anaeròbica⁹ per l'acció enzimàtica dels microorganismes en condicions normals del medi ambient, és a dir, es degrada de forma natural sense cap impacte negatiu per el medi ambient ni deixant cap mena de residus.

La principal diferència entre la descomposició aeròbica i la anaeròbica, a banda de la presència d'oxigen, és que l'anaeròbica produeix biogàs, principalment metà, un gas amb efecte hivernacle que contribueix a l'escalfament global del planeta. És el mateix que produeixen els gasos de les vaques, els humans i molts altres animals.

El PLA o àcid polilàctic, és un dels plàstics biodegradables que més s'estudia en l'actualitat a causa de que es forma amb el midó que sintetitzen les plantes durant la fotosíntesi, convertint-lo en un element de fàcil obtenció i de costos extremadament baixos.

Podem trobar microplàstics procedents de plàstics amb biopolímers, però aquests no preocupen tant, tan pel fet de ser biodegradables com perquè mostren un comportament menys hidrofòbic¹⁰ que els plàstics sintètics. A més, els biopolímers, a diferència dels microplàstics, sempre han estat presents als oceans.

9. Anaeròbica: es duu a terme només si no hi ha oxigen.

Aeròbica: es duu a terme només si hi ha presència d'oxigen.

10. Capacitat per atraure substàncies tòxiques.

3. ON S'UTILITZEN? INTRODUCCIÓ AL PROBLEMA

Diàriament utilitzem una infinitat de productes fets de plàstic, molts dels quals un dia o altre seran llançats i es probable que en els ambients a on siguin avocats, com a conseqüència d'una degradació, n'esdevinguin microplàstics.

Ara bé, moltes vegades no tenim en compte que molts dels productes que fem servir també al nostre dia dia ja porten microplàstics, és a dir, contenen microplàstics primaris.

Tal i com s'ha explicat a l'apartat de classificació, els microplàstics es poden trobar en una infinitat de productes, per això m'he centrat en dos àmbits concrets que contribueixen amb gran part a la contaminació de microplàstics dels oceans i en els que he cregut que calia posar-hi un èmfasi especial.

Per una banda tractaré els microplàstics que podem trobar a les peces de roba de la nostra vestimenta, i per l'altra els microplàstics continguts en productes d'higiene personal i als cosmètics.

Aquests són dos temes reals i propers a la gent del meu entorn, els joves no ens podem excusar pensant que són temes que només incumbeixen amb les grans indústries.

3.1 Microplàstics a la roba

Cada dia ens vestim, embrutem la roba i la posem a la rentadora per tal de tornar-la a utilitzar.

Quan posem aquesta rentadora però, no pensem a on va parar tota l'aigua que en resulta i encara menys quines en són les conseqüències. S'han fet campanyes d'estalvi d'aigua i de productes detergents per tal de reduir la contaminació, però de fet, molt poca gent sap que juntament amb tota l'aigua bruta que en surt hi han petites fibres, de menys d'un mil·límetre, que es desprenen de la roba i passen a formar part de l'aigua residual. Aquesta aigua arriba als rius i als mars a través dels desaignes de les ciutats.

Algunes d'aquestes fibres són de plàstic com per exemple les de polièster. Per tant, els microplàstics de la roba es troben en forma de microfibra.

La primera persona que va parlar sobre els microplàstics a la roba com una cosa per la qual hi havia d'haver una certa preocupació va ser Mark Anthony Browne, investigador de la Universitat de South Wales a Austràlia. Va realitzar una investigació a 18 platges, dels cinc continents, en la qual va concloure que les fibres que hi havia trobat provenien de peces de roba fetes de niló o fibres sintètiques.



Il·lustració 7: Localització de les 18 mostres agafades

Des que Browne va plantejar el tema, s'han realitzat més investigacions que han aportat dades molt preocupants. Tot i que la contaminació en fibres de roba prop de les àrees urbanes és més elevada, aquesta ha augmentat de forma global en més del 450 per cent des de la dècada del 1960.

Del 2004 al 2007, es va dur a terme un estudi per les línies de les costes dels pols fins a l'equador. Es va determinar que les microfibrilles eren fins a sis vegades més abundants que deixalles de plàstic com les ampolles, bosses i embolcalls.

La presència de microfibrilles al medi ambient és un problema no només pel fet que poden introduir-se a la cadena alimentària sinó perquè poden danyar els pulmons dels animals i els humans. De fet aquests problemes no els causen només aquelles fibres fetes de plàstic sinó que les fibres naturals, com el cotó, també poden causar danys als pulmons i deixar cicatrius.

El problema de les que són de plàstic és que tenen una major tendència a agafar substàncies tòxiques del medi un cop són al mar i així es tornen més perilloses.

Com es mostra a la il·lustració inferior, el que passa amb les microfibrilles és que al posar la roba a la rentadora i se'n desprenen les fibres que van juntament amb les aigües residuals cap a les depuradores des de on aniran cap a les aigües marines i les microfibrilles fetes de plàstic atrauran contaminants orgànics. Aquestes seran ingerides per animals i entraran a la cadena alimentària provocant problemes a la salut dels animals i dels humans¹¹.

¹¹. *Toxicitat i conseqüències a l'apartat d'interacció (4.2)*



Il·lustració 8: Esquema del procés que segueixen les microfibrilles

S'estima que cada vegada que es renta una sola peça de roba sintètica se'n poden despendre unes 1900 microfibrilles. Per fer-nos una idea del problema partint d'aquesta dada i suposant que en cada rentada hi rentem 12 peces de roba, resultaria un total de 22800 microfibrilles per una sola rentadora. A més, si suposem que en una casa rentem tres vegades a la setmana i que un any té 52 setmanes, l'estimació és que cada any en una casa amb aquestes condicions un total de 3.556.800 microfibrilles acabaran al mar. Si ens basem en les que va donar Heather Leslie de l'Institut d'Estudis Ambientals de Amsterdam (IVM), Vrije Universiteit, un litre d'aigua residual d'una rentadora podria contenir fins a 200.000 fibres. I si tenim en compte les dades proporcionades per 'Mermaids / Ocean Clean Wash', els números ens surten encara molt més astronòmics ja que diuen que un folre polar deixa anar gairebé un milió de fibres en cada rentat, una bufanda acrílica fins a 300.000 fibres per rentat o un parell de mitjons de niló al voltant de 136.000 petites partícules de material en cada pas per la rentadora.

Com a part pràctica d'aquest treball he fet un experiment per comprovar la presència de microfibrilles en l'aigua resultant d'una rentada, fent-ne un recompte al microscopi.

De moment no hi ha encara una solució concreta a aquest problema¹² en el que hi intervien diferents agents: fabricants d'electrodomèstics, fabricants de teixits tèxtils, gestors d'infraestructures de sanejaments, administracions públiques i els consumidors finals.

Encara no hi han estudis suficients per treure conclusions cent per cent encertades però els microplàstics de la roba tenen números de ser un dels majors contribuents a la contaminació marina del planeta. Per això els experiments relacionats amb les microfibrilles són importants com a activitats didàctiques de conscienciació com plantejo en un dels capítols posteriors.

12. Veure a l'apartat de legislació (6.2).

3.2 Microplàstics als productes d'higiene o cosmètics

Som conscients que els productes cosmètics estan relacionats amb els plàstics pels envasos, però no pensem que puguin contenir plàstics al seu interior. Però, si ens fixem en les etiquetes per exemple dels exfoliants molt probablement hi trobarem la paraula polietilè dins dels ingredients. I és que tot i que s'utilitzen des de fa 50 anys, en les últimes dues dècades la utilització de microplàstics en els cosmètics, s'ha tornat cada vegada més i més popular entre les marques, substituint així els materials naturals que es feien servir abans.

Aquesta substitució es deu a que el microplàstics són agradables per la pell a l'hora d'exfoliar i tenen un efecte més suau que els ingredients naturals com les closques de nous, petxines o sal. I evidentment, aquesta situació també es deu a un tema econòmic, són més barats que els productes naturals.

Per veure aquest increment, només cal mirar que als anys 90, els microplàstics procedents de productes d'higiene van ser reconeguts com una font minoritària. Es trobaven sobretot als exfoliants de mans i eren utilitzats amb molt poca freqüència pels consumidors. El 2009 però, les marques van optar per introduir plàstics als seus productes de neteja facial i corporal i pastes de dents substituint així als exfoliants naturals que havien utilitzat fins al moment. També es troben en altres productes per la pell com cremes solars, en una mida inferior. Aquests productes són molt utilitzats per la societat, per tant els microplàstics ja arribaven a la majoria de les cases de manera diària.

A aquests microplàstics se'ls anomena «microbeads» en anglès. El terme «bead» correspon a bombolla i per tant ni que no sempre siguin esfèrics se'ls hi deu haver donat aquest nom ja que en els que no ho són has d'observar-los al microscopi per adonar-te'n. Un article recent de la Vanguardia¹³ els anomena en català microesferes o microperles i així és com els anomenaré en aquest treball.

A banda de en els exfoliants, les marques de maquillatge també van començar a utilitzar microplàstics, de dimensions encara més petites, en els seus productes.

Cosmètics Europa ¹⁴ defineix les microesferes com a: «Microesferes de plàstic sòlid sintètic no biodegradable amb unes mides compreses entre 1µm i 5mm utilitzats per exfoliar o netejar en cosmètics o productes de cura personal que s'esbandeixen»

Segons diversos estudis¹⁵ la mida d'aquestes microesferes en els productes de cura o d'higiene personal com exfoliants i pastes de dents, oscil·la entre els 0'2mm i els 0'4mm, valors obtinguts havent agafat i analitzat mostres de diversos productes. Les microesferes que es troben en el maquillatge en canvi, són molt més petites, poden arribar a les micres

13. «Veto a los cosméticos con microplásticos». *Neus Palou*. 9 de setembre del 2016.

14. *Associació europea per a la indústria cosmètica i cura personal*. Directament, o mitjançant la seva pertinença nacional, representen a més de 4000 empreses.

15. *Fendall and Sewell*, 2009

La microsfères més utilitzades de totes són de polietilè (PE) com les utilitzades en els exfoliants, els sabons o les pastes de dents. A més, però no tant freqüentment, també es troben microsfères de polipropilè (PP), polietilè tereftalat (PET), polimetil metacrilat (PMMA), Poliestirè (PS), Politetrafluoroetilè (Tefló) o Niló. Fa uns anys vora el 2012, els estudis es centraven en aquests tipus de plàstic que són els principals però avui en dia se sap per l'evidència en estudis científics que hi han més de 60 plàstics diferents que poden ser utilitzats com a ingredients en els cosmètics.

De la mateixa manera que les microfibrès de la roba, i com s'explica en l'apartat següent, aquests microplàstics se'n van pel desaigüe i després de passar per les plantes de tractament d'aigua arribaran al mar on interaccionaran amb els organismes.

4. I DESPRÉS D'UTILITZAR-LOS? EL PROBLEMA

El problema es produeix un cop hem utilitzat els productes i els microplàstics han marxat pel desaigüe barrejats amb l'aigua amb la que han estat esbandits. Aquesta aigua residual amb microplàstics es dirigirà cap a la planta de tractament, la depuradora.

En aquestes plantes s'apliquen uns mètodes físics en les primeres etapes per tal de detectar les partícules grans i eliminar-les de l'aigua i a continuació s'utilitzaran altres mètodes de depuració. Aquests mètodes però, no inclouen filtres amb els porus suficientment petits per retenir microplàstics que se'n aniran amb l'aigua resultant cap al mar a on s'hi acumularan i estaran a l'abast dels organismes marins.

En primer lloc en aquest apartat parlaré d'aquesta acumulació als mars i en segon lloc aprofundiré en les interaccions que tenen amb els organismes marins, com els afecten i tractaré alguns casos concrets basats en estudis. En aquest últim apartat s'hi inclou quines repercussions poden tenir els microplàstics per la nostra salut.

4.1 Microplàstics al mar

Degut a l'enorme increment en la producció de plàstic com a conseqüència d'una gran demanda, s'estima que cap a l'any 2025 als oceans hi haurà una tona mètrica de plàstic, és a dir mil quilos per cada 3 tones de peixos. Cap a l'any 2050, si no ho aturem, es preveu que hi hagin més plàstics que peixos al mar segons un informe del World Economic Forum.

Molts plàstics quan ja no tenen una vida útil o bé per altres circumstàncies, s'acumulen al medi ambient (a on hi han estat dipositats voluntàriament, accidentalment o sense ser conscients del que estàvem llançant) de manera incontrolable. Així poden arribar al mar sent transportats per diversos canals com els rius i el vent. S'estima que com a mínim 5 trilions es troben flotant al mar i d'aquesta estimació es creu que el 90% són microplàstics. A més però d'aquesta enorme quantitat de plàstic que s'estima que es troba al mar, un 99% no es localitza, no es té constància de on es troba, són els anomenats «plàstics perduts». Una de les hipòtesis plantejades és que es troben a les profunditats marines i a l'interior dels organismes. Un dels estudis de casos concrets explicats en la secció 4.2, enforteix aquesta hipòtesis.

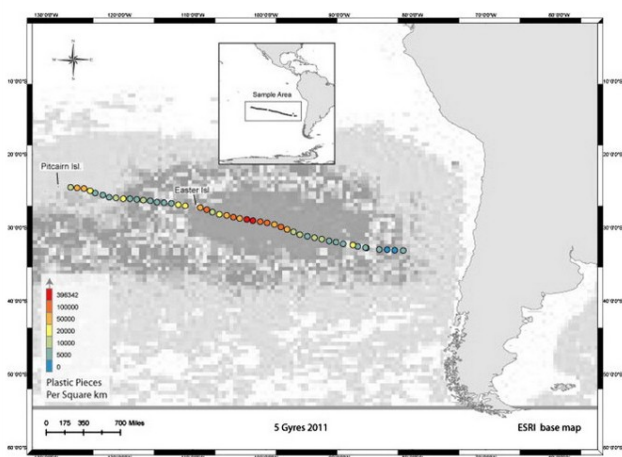
Com a conseqüència de la seva lleugeresa i la seva durabilitat, el plàstic s'ha convertit en un contaminant molt important dins de les deixalles marines. El més produït i per tant del que se n'ha trobat més constància a l'oceà, és el polipropilè (PP), seguit del polietilè (PE) i del clorur de polivinil (PVC) constituint el 24%, el 21% i el 19% de la producció global de plàstic segons dades del 2007.

Quan el plàstic és dipositat al mar, es va degradant a més o menys velocitat donant lloc a partícules cada cop més petites fins a arribar als microplàstics i nanoplàstics que juntament amb aquells microplàstics dipositats al mar directament, s'acumulen i ens permeten distingir diverses zones segons el seu grau de concentració. Podem trobar unes zones en les que la concentració d'aquestes petites partícules de plàstic és molt baixa, mentre que també en

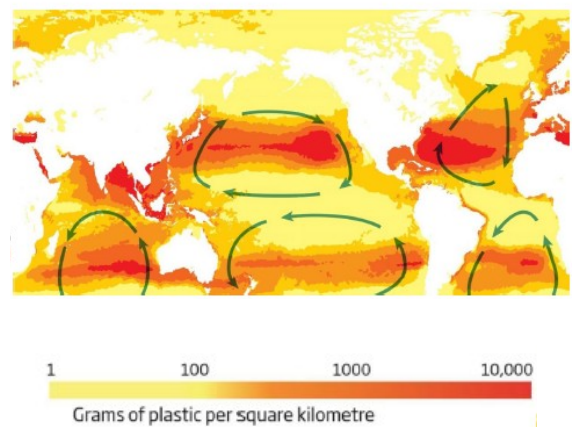
podem trobar d'altres amb unes concentracions elevadíssimes. A aquestes zones se'ls hi dona el nom de «hotspots» un terme anglès que es traduiria literalment com a «punts calents». Els girs oceànics en són un exemple. Aquests, són grans sistemes de corrents rotatius relacionats amb els grans moviments del vent produïts com a conseqüència de l'efecte Coriolis, el qual determina els patrons de circulació del bucle de vent.

Tot i que la contaminació dels plàstics a l'hemisferi sud està bastant indocumentada, un estudi¹⁶ mostra el resultat d'un trajecte de 4489 km pel pacífic en el que es van recollir mostres en 48 punts diferents del recorregut. Aquest recorregut portava als científics per la zona a on per la convergència dels corrents conduïts pels vents, s'hi predeïa una zona d'acumulació de microplàstics. Els resultats van mostrar com a mesura que s'acostaven a l'hipotètic centre de màxima acumulació, el contingut de plàstic superficial augmentava mentre que quan s'allunyaven del centre el contingut disminuïa. Això verificava la presència d'un «garbage patch» terme traduït literalment de l'anglès com a «taca de brossa» i que vindria a ser un punt amb una acumulació massiva de microplàstics, és a dir, un sinònim de punt calent. La mitjana de partícules per km va quedar en 26.898 partícules per metre cúbic.

En aquesta mateixa zona, concretament al nord del Pacífic Subtropical, el 2012, s'hi va registrar una concentració màxima de microplàstics amb un valor de 32.760 partícules per metre cúbic.



Il·lustració 9: 48 mostres recollides amb un gradient indicant el nombre de microplàstics per Km².



Il·lustració 10: cinc girs oceànics principals amb els grams de plàstic per Km². Reed, 2015

La imatge de l'esquerra mostra la localització de les 48 mostres recollides al sud del Pacífic entre el març i l'abril del 2011. Els colors indiquen el nombre de microplàstics per Km². Les diferents tonalitats de gris en el fons indiquen les zones a on s'havia previst una acumulació. En la imatge de la dreta es mostren els cinc girs oceànics principals amb un gradient que representa els grams de plàstic per Km² (de 1 (groc) a 1000 (vermell) grams). En aquest mapa es pot apreciar perfectament com a les zones dels girs les concentracions són molt elevades.

16. Marcus Eriksen, et alt. Plastic ollution in the south Pacific subtropical gyre. 2013.

Altres punts calents es troben en zones industrials costaneres o bé en zones amb una concentració massiva de plàstics. Pel que fa a les zones industrials costaneres, a Suècia en un port situat al costat d'una planta de producció de PE es registren unes concentracions de 100.000 partícules de plàstic per m³. Pel que fa als punts calents causats per una massiva concentració de plàstics a la zona, un exemple n'és l'anomenat setè continent (una «illa» de plàstics situada a l'oceà Pacífic) a on s'hi troba una quantitat enorme de plàstics. Aquests seran els precursors de la quantitat enorme de microplàstics que s'aniran dispersant per l'oceà arribant fins i tot a grans profunditats¹⁷.

Als ports de les grans ciutats on s'hi produeixen molts residus, també s'hi han trobat elevades concentracions de microplàstics. En un estudi realitzat pel grup NY/NJ BayKeeper, a les aigües dels voltants de Nova York, es va estimar que com a mínim hi havia 165 milions de partícules de plàstic flotant-hi. El que van fer en aquest estudi va ser recollir amb embarcacions pesqueres mostres de diferents punts com de la desembocadura del Riu Hudson i el Passaic, i de la badia Raritan entre el Març i l'Agost del 2015. La mitjana els hi va sortir de 256.322 partícules per km².

Un altre estudi¹⁸ va determinar l'abundància de microplàstics en zooplàncton i en el nèuston¹⁹ al nord-oest del Mar Mediterrani amb concentracions de la mateixa magnitud que les trobades al gir oceànic del nord del Pacífic mostrant així l'alt nivell d'amenaça de microplàstics que hi ha en aquest mar i per tant la gran quantitat a que el seu ecosistema està exposat.²⁰

Segons el plàstic del qual estiguin fets, tindran una densitat o bé una altra i això els situarà a llocs diferents en la columna d'aigua del mar i estaran a l'abast d'uns organismes o bé d'uns altres. Per exemple, bona part dels microplàstics secundaris són de polietilè, la densitat del qual és menor de 1 i per tant menor que la densitat de l'aigua i flota. Aquests a banda d'estar a l'abast de tots els microorganismes marins de la superfície, també estan a l'abast dels ocells marins que s'alimenten a la superfície de l'aigua.

En aquest quadre s'hi veuen representades les classes de plàstic que més es troben a l'ambient marí (juntament amb les ja esmentades), amb les seves respectives densitats i aplicacions. Aquells plàstics amb una menor densitat que l'aigua flotaran mentre que els altres s'enfonsaran.

17. Un estudi molt recent (30 de setembre del 2016) ha trobat fibres sintètiques en organismes marins de les profunditats dels oceans. (Taylor, M., Gwinnett, C., Robinson, L. F., & Woodall, L. C. (2016). Plastic microfibre ingestion by deep-sea organisms) del qual es parla en el subapartat 4.2.3

18. Collignon et alt. 2012

19. Conjunt d'organismes microscòpics que componen el plèuston (grup de plantes i animals, que tenen com a hàbitat la superfície de les aigües tant en mitjans marítims com continentals format tant per organismes vius macroscòpics com microscòpics.), i que, per tant, es troben just a la interfície aigua-aire.

20. Veure com afecta a les balenes del mediterrani al punt 4.2.3 dins de les interaccions amb els animals.

Classe	Aplicacions comunes	Densitat (g/cm ³)
Polietilè (PE)	Bosses de plàstic, cercles de plàstic que envolten les ampolles	0'91-0'94
Polipropilè (PP)	Cordes, taps d'ampolla	0'9-0'92
Poliestirè expandit (PS)	Capses de plàstic, flotadors, vasos.	0'01-1'05
Aigua del mar		1'02 (aprox.)
Poliestirè (PS)	Utensilis, contenidors	1'04-1'09
Clorur de Polivinil (PVC)	Paper de film, canonades, contenidors	1'16-1'30
Nylon	Cordes	1'13-1'15
Polietilè tereftalat (PET)	Ampolles	1'34-1'39
Resina de polièster (fibres de vidre)	Teixits	>1'35
Acetat de cel·lulosa	Filtres de cigarrets	1'22-1'24

Adaptació de la taula d' Andrady 2011

4.2 Interacció dels microplàstics amb els organismes

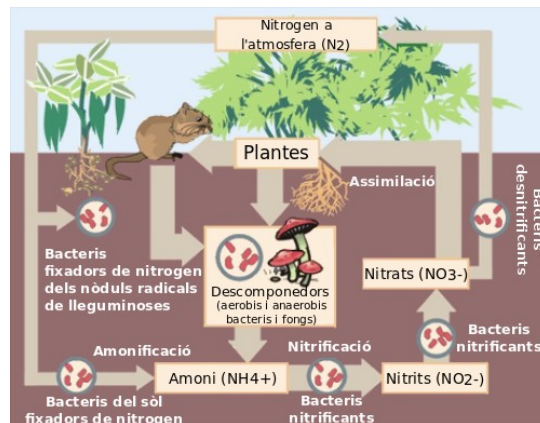
4.2.1 Quins efectes poden causar?

Els microorganismes reconeixen les substàncies macromoleculares d'origen natural i quan aquestes han complert la seva funció aquests comencen un procés de degradació el suficientment ràpid per tal que l'ambient es netegi i els residus siguin incorporats en un cicle perquè la vida continuï. Aquest és l'anomenat cicle de la matèria.

En aquest cicle hi distingim diversos nivells. El primer nivell està format pels organismes autòtrofs, com les plantes verdes i el fitoplàncton²¹, els quals produeixen matèria orgànica a partir de matèria inorgànica utilitzant l'energia del solar i els productes que li proporciona el sòl. El segon, tercer i quart nivell, està format pels consumidors primaris, secundaris i terciaris. Aquests són els organismes heteròtrofs que necessiten agafar la matèria orgànica dels organismes autòtrofs o d'altres heteròtrofs.

Tots aquests organismes al final del seu cicle de vida es moriran i en aquest punt serà quan hi actuaran els descomponedors i els transformadors. Aquests són microorganismes bacteris i fongs que descomponen la matèria orgànica de les restes animals i vegetals de manera que la convertiran en productes com NH₃ (en el cicle del nitrogen) que podrà ser ingerit altra vegada per organismes autòtrofs del primer nivell. Així el cicle es tornaria a posar en funcionament.

²¹El fitoplàncton és el component autòtrof del plàncton



Il·lustració 11: Cicle del nitrogen

El problema és que això amb els plàstics no passa, i un cop que se'ls hi ha donat el seu ús, es llancen als abocadors marins o terrestres on s'hi passaran milers d'anys. A diferència del cas anterior, els organismes descomponedors i transformadors, no poden digerir ni degradar aquests plàstics. Per tant, a no ser que l'home modifiqués uns bacteris per fer-los capaços de digerir materials sintètics, aquest tipus de degradació és molt poc probable.

Recentment s'han començat investigacions sobre aquesta possible solució de cara al futur, de moment però, encara que s'han fet certs descobriments (com el que s'explica a continuació), queda molta recerca per fer.

El 8 d'abril del 2014 per exemple, es va publicar un article a «noticiasdelaciencia.com» on explicava com uns científics de la Universitat de Beihang a Pekín, havien comprovat que certs bacteris dels intestins d'unes orugues de les que se sap que ingereixen envasos d'aliments, eren capaços de degradar el polietilè. Ja feia molts anys que la comunitat científica havia estat intentant trobar la manera en que tots aquests residus plàstics desapareguessin però en experiments anteriors havien de sotmetre els plàstics a unes condicions determinades perquè els bacteris els degradessin. L'equip de Yung Jang, el cap de la investigació, volia trobar la manera de que el procés fos més simple, sense passos previs i sembla que de moment les investigacions van per bon camí ja que aquests bacteris pertanyents a una larva d'arna, compleixen aquest requisit.

Mentre no es trobi una solució definitiva però, cal afrontar el problema i fer el possible per tal de minimitzar-ne els efectes tant a llarg com a curt termini ja que les grans quantitats de plàstic acumulades a tot el planeta, tenen greus conseqüències.

Com s'ha explicat anteriorment, aquests plàstics, tant si es tracta de microplàstics o bé de macroplàstics quan es dipositen a l'ambient marí estan a l'abast de molts organismes. Els més petits, és a dir els microplàstics, poden ser ingerits pels organismes de manera que s'incorporen a la cadena alimentària.

La cadena alimentària mostra les relacions alimentàries entre els productors els consumidors i els descomponedors, és a dir, en aquesta es reflecteix qui es menja a qui. Un organisme

s'alimenta del que el precedeix a la cadena i a la mateixa vegada és menjat pel que el segueix. En una cadena alimentària, tots els éssers tenen una gran importància. Si en desapareix un, els que el segueixen es quedaran sense aliment i aquells que es troben just en el nivell anterior del que ha desaparegut començaran a experimentar una superpoblació. Aquests punts ens deixen fer una idea del greu que pot ser una alteració en la cadena.

Els organismes planctònics²² entre molts d'altres, són uns dels molts organismes en els hi s'hi ha pogut observar la presència de microplàstics. Aquests formen part de la base de la cadena alimentària, de manera que si ingereixen microplàstics el seu consumidor també n'ingerirà i el consumidor del consumidor i així successivament de manera que els plàstics s'aniran acumulant als nivells superiors de la cadena. A més, un dels consumidors pot haver ingerit microplàstics del medi fet que en fa augmentar la concentració a dins seu i per tant la dels organismes que els segueixen.

S'han trobat, per exemple, microplàstics en excrements d'una foca, els quals molt probablement havien estat acumulats en el peix que s'havia menjat, el peix *Myctophid*, un peix que s'alimenta de copèpodes²³. Així doncs els microplàstics que havien estat ingerits per copèpodes havien arribat també a la foca.

A aquest fenomen, se l'anomena **bioacumulació**.(veure il·lustració 12)

Recentment s'ha sotmès plàncton a microplàstics i s'ha pogut observar per primera vegada com l'ingerien (veure il·lustració 13)

Els plàstics ja per si sols poden causar problemes als organismes, per exemple, les fibres més petites poden anar dels pulmons i la panxa cap al sistema sanguini a on hi poden estar circulant durant mesos. Al Centre Nacional per Anàlisis Ecològics i Síntesis a Califòrnia, l'investigador Mark Anthony Browne associat a La Universitat de New South Wales a Austràlia i els seus companys, van analitzar nombrosos estudis mèdics, ecològics i les relacions entre les deixalles de mida molt petita amb les malalties humanes i de la fauna. Els estudis mèdics, per exemple, van mostrar que al injectar partícules de plàstic a hámsters provocava que les cèl·lules de la sang formessin coàguls.

Tot i que la ingesta de polímers sintètics doncs, ja de per si és perillós i és un problema pels organismes, hi han factors que fan que aquestes fibres i microesferes siguin encara més perilloses i puguin arribar a provocar la mort dels organismes. Per exemple, les fibres molt sovint estan exposades a productes químics molt perjudicials com a tints que poden causar erupcions a la pell dels humans, surfactants utilitzats als detergents que posen en perill el sistema immunològic o agents antibacterians com el triclosan que pot arribar a matar els animals. I és que el gran problema que tenen els microplàstics docs és la seva toxicitat.

22. *Conjunt d'organismes que viuen en aigua dolça, salobre i salada, generalment suspesos i aparentment passius.*

23. *Crustacis del plàncton de mida microscòpica que s'alimenten de fitoplàncton.*

S'ha demostrat diverses vegades com la ingesta de microplàstics pot fer augmentar la bioacumulació de components químics orgànics en organismes aquàtics. Això és degut a que els microplàstics poden actuar com un vector per al transport de components químics associats a les partícules de plàstic, com són els COT (Contaminants Orgànics Persistents) o els additius, monòmers residuals o oligòmers que componen els plàstics. Un estudi va trobar que els plàstics poden produir danys fent augmentar les concentracions de metalls i proteïnes a les cèl·lules, la qual cosa danya l'ADN, mata cèl·lules i provoca inflamacions dels teixits.

Els COP, són substàncies químiques orgàniques que es caracteritzen per la seva:

- 1) Persistència: temps que el compost químic està al medi ambient sense descompondre's o degradar-se físicament químicament i/o biològicament cap a altres substàncies menys perilloses. Els COP poden romandre anys i, fins i tot, dècades abans de degradar-se.
- 2) Bioacumulació: tendència que tenen a concentrar-se en greixos i lípids en els organismes, de manera que s'acumulen amb el pas del temps en els teixits adiposos dels organismes vius i es bioamplifiquen a través de la cadena alimentària.
- 3) Potencial de transport a gran distància en el medi ambient: El transport es pot realitzar a través de mitjans físics en la fase vapor, en ser absorbits sobre partícules atmosfèriques o a través d'animals migratoris, els quals s'incorporen a la cadena alimentària d'espècies superiors.

S'ha trobat que compostos hidròfobs com els *hidrocarburs aromàtics policíclics* (HAP), els polibromats dietils èters (PBDE) o els policlorobifenils (PCBF) es concentren en polímers com els de clorat de polivinil (PVC), polietilè (PE), poliestirè (PS) o polioximetilè (POM) i s'han trobat microplàstics a l'oceà amb quantitats considerables d'aquests compostos. També s'han trobat concentracions altes en els microplàstics a l'ambient marí, d'additius com del nonilfenòl (NF), del bifenol A (BFA) i de ftalats.

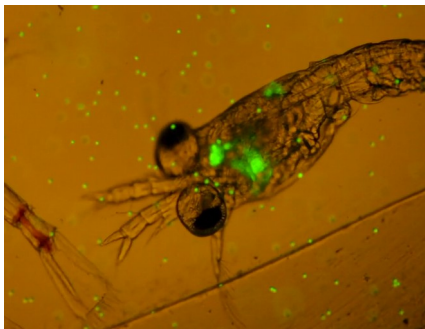
Si aquests components químics suposen un perill real però, depèn de diversos factors. Primer, pel que fa al transport dels components químics del plàstic cap a l'organisme, es necessita que hi hagi algun tipus de gradient que porti els components químics del plàstic cap a l'organisme ja que si aquest factor fos al revés, el gradient funcionés a la inversa, la ingesta de microplàstics conduiria a una neteja de l'organisme de manera que la ingesta seria beneficiosa. En segon lloc, l'absorció de components químics a través de la ingesta de plàstics, per tal de que es tractés d'un gran perill pitjor que d'altres, hauria de ser superior a l'exposició a aquests components a través d'altres vies, com per exemple a través dels aliments que es troben a l'aigua. Com que tant els COP com els additius són omnipresents a molts medis, s'hauria de veure si realment el fet de que els portin els plàstics n'empitjora les conseqüències fent que s'absorbeixin més ràpidament, amb una major concentració etc. Finalment en tercer lloc per tal de que els resultats dels estudis fossin reals, aquests no s'haurien de fer exposant un organisme aïllat net de contaminants a un producte tòxic ja que s'ha de tenir en compte que per exemple una partícula de plàstic pot estar molt contaminada

amb un additiu però en canvi, al tenir un gradient invers, de l'organisme cap al plàstic pot netejar l'organisme de contaminants orgànics ingerits prèviament.

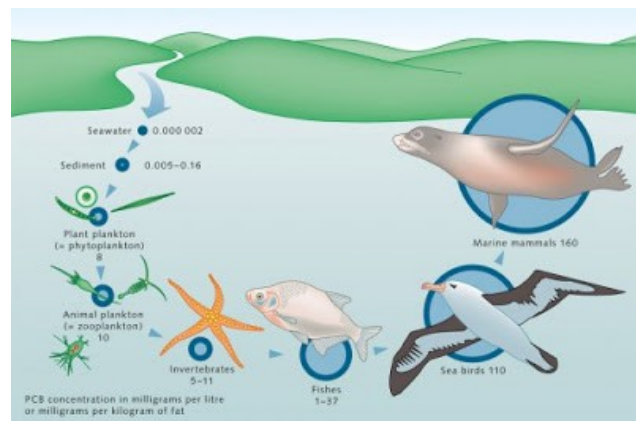
Això vol dir que potser hi ha una compensació entre els efectes positius i negatius que comporten els contaminants en la ingesta dels microplàstics.

Tot i que s'han fet alguns estudis²⁴, encara no se sap realment si els contaminant a través del plàstic poden afectar als organismes però, si ho fessin, degut a la toxicitat d'aquests, tindrien conseqüències gravíssimes. Algunes d'aquestes conseqüències pot ser que siguin a llarg plaç i que per tant de moment no les estiguem percebent.

Les exposicions a contaminants orgànics s'han lligat en diverses ocasions amb malalties i anomalies en els éssers vius, incloent-hi alguns tipus de peixos, ocells i mamífers.



Il·lustració 13: Organisme planctònic ingerint microplàstics



Il·lustració 12: Bioacomulació dels microplàstics en la cadena alimentària

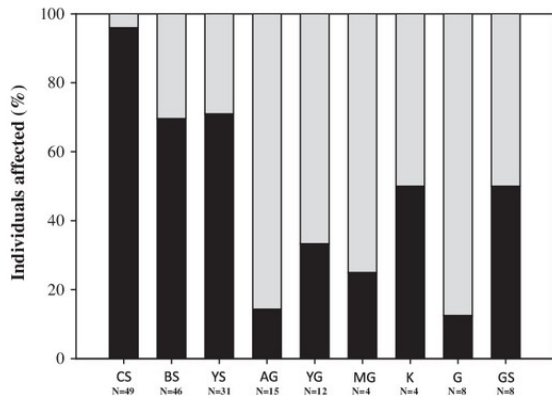
24. Besseling et al 2013 o Browne et al 2015.

4.2.2 Com arriben als organismes?

Els microplàstics poden arribar a l'interior d'un organisme mitjançant diferents vies. Hi poden entrar com a conseqüència d'una exposició externa, al entrar a través de les brànquies, o interna, com a conseqüència de la seva ingesta.

Per una banda la exposició per ingestió consisteix simplement en que els organismes ingereixen els microplàstics com si fossin un aliment. Diversos estudis han demostrat aquest fet. Han corroborat que els microplàstics són ingerits per una gran varietat d'organismes que es troben en diversos nivells tròfics com per exemple els ocells que s'alimenten de peixos, els mamífers marins com la balena, els peixos com la perxa i invertebrats com el musclo²⁵.

En anàlisis d'organismes que s'han realitzat a totes les regions oceàniques, s'han trobat partícules de plàstic en un gran nombre d'espècies com per exemple al peix pelàgic *Planktivorous* del gir central del nord del Pacífic²⁶, al peix *Piscivorius* al nord de l'Oceà



Il·lustració 14: percentatge de presència de plàstic a l'estomac de les 9 espècies d'ocells marins mediterranis. Abreviacions: (CS) Cory's Shearwater, (BS) Balearic Shearwater, (YS) Yelkouan Shearwater, (AG) Audouin's Gull, (YG) Yellow-legged Gull, (MG) Mediterranean Gull, (K) Kittiwake, (G) Gannet, (GS) Great Skua.

La barra negra representa el percentatge d'ocells amb presència de plàstic i la grisa el percentatge d'ocells que no en presentaven.

Per altra banda l'exposició a través de les brànquies es tracta d'una exposició externa ja que és el resultat del contacte de microplàstics amb les superfícies exteriors de l'organisme a on

Pacífic²⁷, als *Nephrops* (cigales) al mar Clyde²⁸, als dofins *Franscicana* de les costes d'Argentina²⁹ o als Pingüins Magellànics de les cosetes del Brazil³⁰. A banda de mirar la presència de microplàstics en els organismes, en aquests estudis també es van mirar els efectes que podien haver causat aquests als organismes a curt termini.

En el cas del Mar mediterrani van analitzar organismes³¹ de les cosetes catalanes i es va trobar un contingut de microplàstics a l'interior de tots els organismes analitzats és a dir a 9 dels 9 organismes.

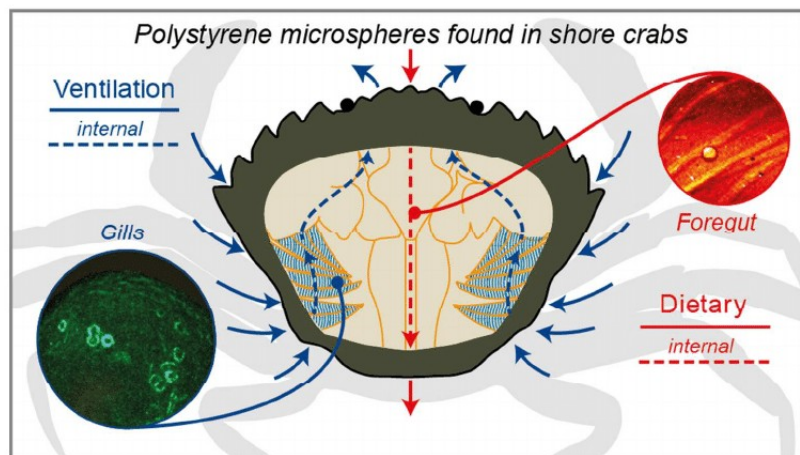
Al gràfic s'hi representa el percentatge de presència de plàstic a l'estomac de les 9 espècies d'ocells marins mediterranis en els

25 Veure en l'apartat dels casos concrets basats en estudis (4.2.3)
 26. Boerger et al. 2010
 27. Jantz et al. 2013
 28. Murrayand Cowie 2011
 29. Denuncio et al. 2011
 30. Brandao et al. 2011
 31. Codina-Garcia et al. 2013

s'inclouen les brànquies. Aquest contacte pot provocar que aquestes partícules entrin del medi exterior a on es troben cap a l'interior de l'organisme.

L'entrada de microplàstics a través d'aquestes vies depèn de diversos factors com la concentració, la mida de les partícules i la naturalesa de cada organisme.

Per gairebé tots els organismes que s'alimenten de forma activa (no per filtració), aquesta exposició externa de microplàstics és molt petita comparada amb l'exposició a través de la ingestió, ja que a través de les brànquies només hi poden passar partícules molt petites (de menys de 40 micres).



Il·lustració 15: Model conceptual del flux de les partícules de poliestirè trobades a crancs de la costa. Ventilation: ventilació / Gills: brànquies / Foregut: parts anteriors a l'intestí

En els organismes que no fan una alimentació per filtració³², tot i no tenir suficients dades per comparar i treure unes conclusions sòlides, segons un estudi³³ es va determinar que la captació de microplàstics pels sistemes de ventilació, és a dir per les brànquies, era major que la captada per les brànquies dels organismes anteriors. Així, en els organismes que no realitzaven una filtració es va trobar que la quantitat de microplàstics que van arribar a l'interior de l'organisme per les brànquies era major que la que hi havia arribat per la ingestió.

A més, en aquest, aprofitant els resultats obtinguts van construir un model conceptual simple de com flueixen les partícules quan entren per les brànquies i les que ho fan com a resultat de la ingestió a partir del cranc. (veure il·lustració 15)

32. Alimentació per filtració: comportament alimentari estès entre alguns grups d'animals aquàtics basat en la filtració sistemàtica i massiva d'aigua. La presa és capturada mitjançant estructures anatòmiques que el separen del seu medi.

33. Watts et al. (2014)

4.2.3 Casos concrets basats en estudis

Tot i que en els últims anys els estudis sobre microplàstics han incrementat encara no se n'han fet suficients per tal de determinar quins efectes tenen i poden tenir sobre els organismes d'una manera general. Falten per exemple, recerques que estudiïn l'impacte dels microplàstics sobre els organismes a llarg plaç.

En aquest apartat hi incloc alguns estudis concrets en els que s'han estudiat els microplàstics respecte d'alguns organismes (veure imatges a l'annex 3).

Peixos addictes

Recentment, un estudi realitzat per investigadors Suïssos i publicat a The Journal Science ha observat com peixos joves ingerien el plàstic de la mateixa manera que ho fan els adolescents, com si fos menjar ràpid, «menjar brossa».

L'experiment va consistir en exposar larves de perxa a diferents concentracions de poliestirè en tancs d'aigua diferents per tal de veure quins efectes tenien els microplàstics en els peixos més joves. Així, per sorpresa dels investigadors es va observar com les larves canviaven la seva preferència en l'alimentació preferint els microplàstics abans que el plàncton, el qual era el que menjaven normalment.



Il·lustració 16: Larva de perxa que va preferir ingerir microplàstics a l'estudi

El Dr. Lonnstedt va explicar a les notícies de la BBC que: « Totes elles tenien accés a zooplàncton (tipus de plàncton) però que tot i així van decidir només menjar plàstic. Bàsicament estan enganyades pensant que és una font de molta energia i que en necessiten menjar molt»

A més, es va trobar una vulnerabilitat en vers els seus depredadors en aquelles larves que havien consumit microplàstics. El que es va fer va ser exposar les larves al seu depredador natural i observar que passava. El que va passar doncs, va ser que aquelles que havien ingerit

plàstic eren depredades fins a 4 vegades més ràpid que les que no n'havien ingerit. «Estaven totes mortes en 48 hores» va afirmar Deccan Chornicle, un dels investigadors.

Les larves exposades als plàstics a part de ser més susceptibles als depredadors eren més petites i més lentes.

A més, dels ous que es trobaven a les aigües amb microplàstics se'n van obrir un 81%, mentre que dels que no ho estaven se'n van obrir el 96%.

Aquest estudi ens mostra de manera molt clara com la presència de microplàstics pot acabar amb els organismes, pot arribar fins i tot a extingir-los. Agafant l'exemple de les larves, si aquestes només fan que consumir plàstic es tornen molt més vulnerables, en neixen menys i són depredades molt més fàcilment, de manera que no arriben a l'edat adulta i per tant no es reproduïxen. A més si aquestes s'extingissin els seus depredadors es quedarien sense aliment la qual cosa tindria uns efectes similars i el problema s'aniria enfilant molt probablement per la cadena alimentària produint efectes devastadors en les espècies i l'ecosistema a llarg plaç.

Recentment es va publicar un article al diari ARA³⁴ en el que s'explicava com els científics que havien realitzat l'experiment estaven acusats de frau.

«La revista Science ha emès un comunicat per donar a conèixer el frau científic comès per un grup de recerca de la Universitat d'Uppsala, a Suècia, que recentment ha publicat un estudi sobre com afecten els plàstics als peixos i del qual, entre altres mitjans, l'ARA es va fer ressò. Segons el comunicat que Science ha emès, algunes parts de l'estudi es poden considerar fraudulentas. (...) Segons els investigadors que han donat a conèixer el cas, els dies que es van fer aquests experiments no hi havia prou ous de peix per generar tantes larves com s'esmenten a l'article, el nombre de contenidors va ser la meitat i el temps transcorregut entre que van arribar els microplàstics i van acabar els experiments va ser només de 10 dies, malgrat que a l'article diuen que van fer un seguiment de tres setmanes. El cas encara no està tancat. Els autors han demanat una segona investigació oficial, que està en curs, malgrat que es preveu complicada perquè han denunciat el robatori de l'ordinador on emmagatzemaven les dades.»

10/12/2016

Tot i això, ni que les dades no siguin 100% correctes algun tipus d'alteració en les larves si que es devia produir i potser per tal de magnificar el problema van exagerar les dades. El que si que és evident és que algunes de les larves van ingerir microplàstics.

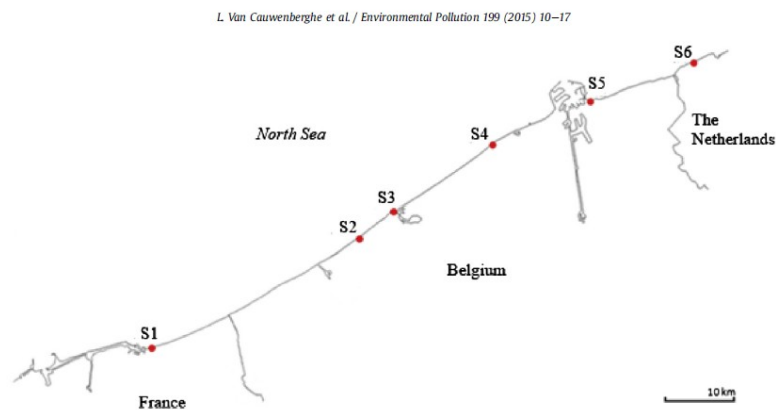
34. D. Bueno. *Frau científic en un estudi sobre peixos. Diari Ara. 10 de desembre del 2016.*

Musclos i arenícoles marines

El 5 de Gener del 2015 es va publicar un estudi a «elsavier» una en el que s'havia estudiat l'absorció de microplàstics sota condicions de camp, en concret l'impacte dels microplàstics en el metabolisme energètic, i la contenció de microplàstics dels organismes estudiats.

Per tal de dur-lo a terme es van agafar dues espècies d'invertebrats de la línia de la costa francesa-belga-alemanya (80Km). Cadascuna d'aquestes dues espècies representaven dues estratègies d'alimentació diferents, per una banda es va agafar el musclo blau *Mytilus edulis* amb una alimentació per filtració³⁵ que ingerirà els microplàstics de l'aigua del mar, i per altra banda es va agafar una *Arenícola marina* amb una alimentació per depòsit³⁶ que ingerirà els microplàstics dels sediments. Per això també es van agafar mostres d'aigua i de sorra.

Per una banda van observar la presència de microplàstics en els animals, sediments i aigua i per l'altra en van exposar les espècies a altes concentracions al laboratori durant 14 dies.



Il·lustració 17: Mapa de la línia de la costa d'on es van treure les mostres.

A la taula superior s'hi poden veure les dades extretes de l'experiment pel que fa al contingut de microplàstics que van trobar als teixits i als excrements dels organismes i a l'aigua i als sediments.

³⁵Comportament alimentari estès entre alguns grups d'animals aquàtics basat en la filtració sistemàtica i massiva d'aigua. La presa és capturada mitjançant estructures anatòmiques que el separen del seu medi.

³⁶Els animals amb aquest tipus d'alimentació s'alimenten de petites motes de matèria orgànica que s'han desplaçat cap avall a través de l'aigua i dipositat en el fons.

Organisme	Localització	Concentració mitjana
<i>Mytilus edulis</i>	Teixit	0'25 partícules/gram de teixit
	Excrements	0'15 partícules/gram d'excrem.
<i>Arenicola marina</i>	Teixit	2 partícules/gram de teixit
	Excrements	0'45 partícules/gram d'excrem.
Aigua de mar	-	0'45 partícules/L
Sediments	-	5'85 partícules/Kg sedim. sec

Un cop van estar exposats a microplàstics durant 14 dies es va voler veure si això havia influït en el CEA (Cellular Energy Allocation), és a dir, en la seva distribució cel·lular de l'energia. Tot i que no es van produir canvis significatius en aquest, la glàndula digestiva dels musclos exposada als microplàstics va incrementar un 25% pel que fa al consum d'energia respecte organismes no exposats a les altes concentracions. Pel que fa a l'*Arenicola*, de l'exposició als microplàstics en va resultar un augment en el 18 % del seu contingut en proteïnes.

Aquest estudi ratifica una vegada més que els microplàstics, encara que de moment a baixes concentracions, són presents en els organismes ja que se'n van trobar en els organismes analitzats confirmant que aquests són absorbits pels musclos i les arenícoles al seu hàbitat natural . Aquests a part de provocar o no alguna alteració al CEA, podrien ser perjudicials en altres àmbits pel que fa a l'organisme. D'aquesta manera, encara que al analitzar el CEA no es trobessin grans alteracions, si que se'n troben de petites que no són massa significants a curt termini i s'hauria de veure què passa a llarg termini.

Balena (*Balaenoptera physalus*)

Les balenes estan molt exposades a la ingesta de micro-deixalles com els microplàstics ja que són animals filtradors. Tot i això els efectes que aquests els hi puguin causar són, de moment, desconeguts.

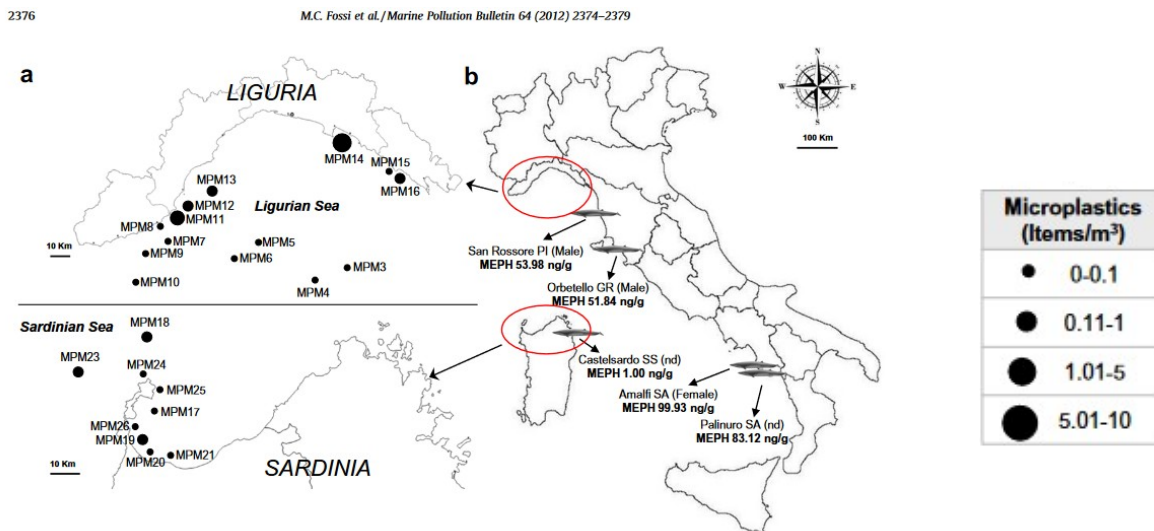
Aquest estudi es basa amb el rorqual comú (*Balaenoptera physalus*) del mar Mediterrani, una balena que s'alimenta principalment d'espècies de plàncton i que cada vegada que obra la boca pot agafar aproximadament 70.000 L d'aigua. Conseqüentment, la ingesta de microplàstics en un sol glop, és molt probable. Un cop ingerits les balenes s'haurien d'enfrontar als riscos que causa la degradació d'aquests.

L'estudi va incloure els passos següents: 1. Recol·lecció de microplàstics al Santuari Pelagos³⁷(Mar Mediterrani) 2. Detecció de ftalats³⁸(els quals són tòxics) a la superfícies de les mostres planctòniques agafades 3. Detecció de ftalats a rorquals comuns encallats a la sorra.

En el primer pas de l'experiment van recollir plàncton/nèuston de la superfície de l'aigua al Mar Ligurian i al Mar Sardinian a l'estiu del 2011 amb una xarxa especial de 200um i una boca de 57 cm. Es van recollir 23 mostres d'aigua superficial i 3 de la columna d'aigua. Per a treure cada mostra, en les de la superfície la xarxa anava horitzontalment just per sota de la superfície de l'aigua durant 15 min a una velocitat de 1m/s, i en les 3 mostres de la columna d'aigua la xarxa s'enfonsava verticalment a uns 50m de profunditat.

Es van utilitzar un total de 26 mostres congelades per a l'estudi. Aquestes van ser congelades amb nitrogen líquid a l'instant per tal d'estudiar-ne posteriorment els ftalats. Una part proporcional de cada una d'aquestes mostres es va separar abans de que fossin congelades i van ser preservades en una solució especial per tal de fer-ne anàlisis quali-quantitatius.

En el segon pas es va analitzar el ftalat DEHP, el més abundant en el medi ambient i el MEHP, primer metabòlit de l'DEHP, produït per la ràpida metabolització d'aquest DEHP tant en vertebrats com invertebrats. Per tal de fer-ho es va seguir el mètode descrit per Takatori et al 2014 amb modificacions fetes per Guerranti et al. 2012.



Il·lustració 18: Localització de les mostres

En el tercer pas es van mesurar les concentracions de ftalats en individus de rorqual comú encallats a la sorra al llarg de la costa italiana. Es van recollir mostres de grassa de prop de l'aleta dorsal en 5 balenes diferents. Per tal d'analitzar-les posteriorment, les mostres van ser

³⁷ És una àrea marina protegida especial s'estén sobre 90.000 km² en el Mar Mediterrani nord-occidental entre Itàlia, França i l'illa de Sardenya, que abasta Còrsega i l'Arxipèlag Tosca.

³⁸ Els ftalats o èsters de ftalat són un grup de compostos químics principalment emprats com plastificadors (substàncies afegides als plàstics per a incrementar la seva flexibilitat). Un dels seus usos més comuns és la conversió del clorur de polivinil (PVC).

guardades a -20°C. Es va extreure DEHP I MEHP de les mostres i se'n van mesurar les concentracions.

La banda *a* de la imatge superior mostra els punts a on les mostres d'aigua van ser recollides, mentre que la banda *b*, la de la dreta, mostra la localització de les 5 balenes de les quals es van extreure mostres.

Finalment, els resultats van ser els següents:

De les 23 mostres agafades, 13 d'elles contien microplàstics. La màxima abundància d'aquests va ser de 9'67 partícules/m³ equivalent a 4'83 partícules/m² trobades a la mostra MPM 14, prop de Portofino al Mar de Ligúria. A la superfície de les mostres neustòniques/planctòniques analitzades, s'hi van trobar quantitats de plàstic molt grans (mitja de 0'62 partícules/m³) les quals en les mostres del Mar de Ligúria eren fins a set vegades superiors (mitja 0'94 partícules/m³) que les del Mar de Sardenya (mitja 0'13 partícules/m³). En les 3 mostres de la columna d'aigua no es van trobar microplàstics.

Per primera vegada es van trobar altes concentracions de DEHP i MEHP en la superfície de mostres neustòniques/planctòniques recollides en àrees del Santuari Pelàgic. Els valors de MEHP eren aproximadament 1'5 vegades més alts en les mostres del Mar de Ligúria que en les mostres del Mar de Sardenya. Les concentracions d'aquest MEHP eren menors a les mostres de la columna d'aigua.

Es va trobar per primera vegada presència de substàncies químiques perjudicials en la balena *Balaenoptera physalus* associats a la ingesta de derivats del plàstic a través de la filtració i la ingesta de plàncton. Demostrant-ho amb la presència de MEHP en les mostres de greix de 4 de les 5 balenes analitzades. Tot i que no es va trobar DEHP la presència de MEHP indica que l'organisme també va estar exposat a DEHP. Es normal que no es detectes DEHP ja que es coneix que aquest es metabolitza molt ràpidament en el seu metabòlit primari l'MEHP.

Sample	Items/m ³	Zooplankton abundance (ind/m ³)	DEHP (ng/g)	MEHP (ng/g)
<i>Ligurian Sea</i>				
MPM3	0.00	403.96	5.00	1.00
MPM4	0.10	167.78	5.00	55.20
MPM5	0.10	23.45	10.00	1.00
MPM6	0.00	43.67	172.41	3.12
MPM7	0.00	36.77	5.00	5.75
MPM8	0.05	204.71	5.00	454.07
MPM9	0.00	4275.51	5.00	1.00
MPM10	0.00	193.15	5.00	2.00
MPM11	1.35	377.49	5.00	37.64
MPM12	0.50	496.35	5.00	4.87
MPM13	0.33	6147.00	10.00	1.00
MPM14	9.67	4253.33	10.00	188.94
MPM15	0.04	179.51	10.00	25.68
MPM16	0.95	4645.71	5.00	85.78
Mean	0.94 ± 2.55	1532.03	18.38 ± 44.39	61.93 ± 124.26
<i>Sardinian Sea</i>				
MPM17	0.00	82.74	76.02	19.83
MPM18	0.83	27.07	10.00	1.00
MPM19	0.11	744.54	10.00	11.30
MPM20	0.00	668.66	5.00	107.11
MPM21	0.03	90.19	10.00	35.56
MPM23	0.24	102.73	5.00	1.00
MPM24	0.00	523.27	84.81	109.93
MPM25	0.00	15000.00	5.00	30.64
MPM26	0.00	3919.72	5.00	46.34
Mean	0.13 ± 0.27	2350.99	23.42 ± 32.46	40.30 ± 41.55
Total Mean	0.62 ± 2.00	1852.49	20.36 ± 39.42	53.47 ± 99.34

Il·lustració 19: Taula amb les dades recollides en l'estudi

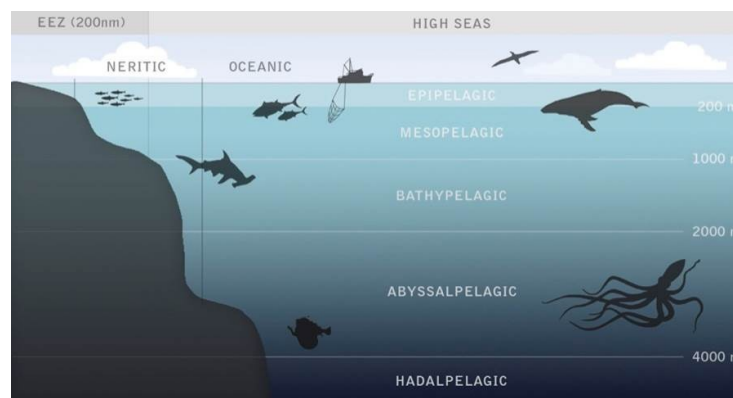
Aquest estudi ens mostra per primera vegada microplàstics en la balena del Mar Mediterràni, de manera que si no hem sabut fins ara la presència en aquests organismes, quina deu ser la enorme quantitat d'organismes afectats que no estan i potser alguns d'ells mai estudiats?

Si la balena *Balaenoptera physalus* està exposada a microplàstics, segur que moltíssims més organismes que habiten en el Mar Mediterràni també ho estan ja que aquesta balena no es l'únic organisme que consumeix plàncton/nèuston en els quals s'ha demostrat que s'hi troben ftalats.

Organismes a molta profunditat

El 30 de setembre d'aquest 2016 es va publicar la notícia sobre un recent estudi en el que els investigadors de les universitats de Bristol i Oxford, treballant conjuntament amb el Royal Research Ship (RRS) James Cook al mig-Atlàntic i al sud oest de l'Oceà Índic, havien trobat evidències de que plàstics en forma de microfibrilles estaven sent ingerits per animals de les profunditats del mar.

Els microplàstics a les profunditats a diferència dels d'aigües poc profundes no han estat tant estudiats. Recentment, aquests s'han identificat a la zona fonda de l'oceà³⁹ i a la zona abissal⁴⁰, l'habitat marí més gran del planeta. Aquests estudis doncs, han plantejat que els microplàstics al fons marí es trobin a unes concentracions semblants a les de menys profunditat.



Il·lustració 20: Zones pelàgiques

En aquest experiment el que van fer va ser utilitzar diferents organismes recollits amb dos vehicles de recerca a les profunditats de dos conques oceàniques diferents per tal de demostrar

³⁹ Capa més baixa de l'oceà a una profunditat de 1800 m o més. Hi penetra poca llum i la majoria dels organismes que hi viuen depenen de la matèria orgànica produïda a la zona fòtica (zona a on sí que hi arriba a llum). Per això es pensava que hi hauria poca vida en aquestes zones però les sondes enviades han posat de manifest que la vida és abundant en les profunditats de l'oceà.

⁴⁰ La zona abissal o abissopelàgica és una capa de la zona pelàgica, és a dir, una zona de la columna d'aigua de l'oceà. Aquesta va fins voltant dels 4000m. Les temperatures són molt baixes i les pressions molt altes. La majoria de les espècies que viuen en aquesta zona són transparents per la manca de llum.

per primera vegada que organismes de les profunditats marines de com a mínim subregnes o phylums⁴¹ diferents estan ingerint i/o assimilant plàstics en forma de microfibrilles.

Per tal de que els resultats fossin fiables, la part experimental es va haver de dur a terme en uns laboratoris especials a on hi havia un entorn totalment lliure de microplàstics per tal de no contaminar les mostres.

Tots els microplàstics que es van trobar a l'estudi eren microfibrilles i no microesferes. Totes aquestes fibrilles eren de classes diferents i estaven constituïdes d'1 a 5 materials diferents: d'acrílic modificat, de polipropilè, de viscosa, de polièster i d'acrílic.

Les microfibrilles de plàstic es van trobar dins de 6 dels 9 organismes examinats juntament amb altres fibrilles sintètiques i de cotó.

Sample ID	Organism ID	Phylum	Organism Locality	Depth (m)	Fibre ID	Material	Class ⁴¹
JC094-201	Anemone	Cnidaria	Equatorial mid-Atlantic	836	None	N/A	N/A
JC094-224	Armoured holothurian (sea cucumber)	Echinodermata	Equatorial mid-Atlantic	671	None	N/A	N/A
JC066-3155	Octocoral - <i>Anthomastus</i>	Cnidaria	SW Indian Ocean	562	None	N/A	N/A
JC094-212	Holothurian (sea cucumber)	Echinodermata	Equatorial mid-Atlantic	334	212-1	Natural	
					212-2	Modified Acrylic	1
					212-3	Natural	
					212-4	Cotton	
					212-5	Cotton	
					212-6	Polyprop ⁴¹	1
JC094-771	Squat Lobster	Arthropoda	Equatorial mid-Atlantic	611	771-1	Natural	
					771-2	Viscose	1
					771-3	Cotton	
					771-4	Polyester	4
					771-5	Viscose	2
					771-6	Natural	
*JC094-767	Zoanthid on bamboo coral	Cnidaria	Equatorial mid-Atlantic	1783	767-1	Viscose	4
					767-2	Natural	
					767-3	Natural	
JC066-3717	Sea pen (octocoral)	Cnidaria	SW Indian Ocean	954	3717-1	Viscose	3
					3717-2	Natural	
					3717-3	Natural	
					3717-4	Polyester	1
JC066-702	Hermit Crab	Arthropoda	SW Indian Ocean	1062	702-1	Acrylic	1
					702-2	Synthetic (nylon or polyethylene)	1
					702-3	Natural	
					702-4	Natural	
					702-5	Natural	
					702-6	Polyester	2
					702-7	Polyprop ⁴¹	2
					702-8	Acrylic	2
JC066-702	Zoanthid	Cnidaria	SW Indian Ocean	1062	702-9	Modified acrylic	2
					702-10	Polyester	3

Il·lustració 21: Taula de resultats de l'estudi

41 És el tercer rang més alt de classificació dels organismes, el segon és el regne i el primer el domini. Domini—Regne—Branca/Phylum—Classe—Ordre—Família—Gènere—Especies

Aquests 9 organismes van ser l'anèmona, pertanyent al phylum dels Cnidaris, l'*Armoured holothurian* (cogombre de mar) pertanyent als Equinoderms, l'*Octocoral Anthomastus*, pertanyent als Cnidaris, *Holothurian* (Cogombre de mar) pertanyent als Equinoderms, l'*Squat Lobtser* (Quirostílid, un crustàci), pertanyent als Artròpodes, el Zoanthid on bamboo coral, pertanyent als Cnidaris, l'*Hermit Crab* pertanyent als artròpodes i el Zoanthid pertanyent al phylum dels Cnidaris.⁴²

Els microplàstics van ser trobats a l'interior de tots els organismes menys al dels tres primer anomenats (l'anèmona, l'*Armoured holothurian* i l'*Octocoral Anthomastus*).

En els que si que se'n van trobar les microfibrilles estaven localitzades específicament dins de les àrees orals, l'aparell alimentari, a les brànquies o a les àrees estomacals.

Aquest estudi doncs pot donar resposta a l'enigma dels plàstics perduts. Pot ser que una part de tot aquest plàstic que no se sap on va a parar, de que no es té constància de on és, estigui perdut per les profunditats dels oceans sent ingerit pels organismes que hi viuen.

A part, les dades trobades en aquest estudi són dades preocupants, ens mostren fins on han arribat els plàstics i el gros que és el problema si es troben en organismes tant allunyats dels centres d'emissió d'aquests.

4.3 Efectes a la salut humana

Una de les preguntes més freqüents pel que fa als microplàstics és si aquests realment afecten a la salut humana, doncs bé, la resposta no és clara. S'han de fer encara moltes investigacions i estudis per tal de determinar quin és l'efecte i afirmar que aquests ens poden perjudicar de veritat, s'haurien de fer per exemple recerques a llarg plaç que encara no s'han fet. Tot i això si que se saben algunes coses de les quals es poden treure unes conclusions.

L'estat actual de la ciència pel que fa als microplàstics, basant-se amb les recerques que s'han fet fins ara, suggereix així, que els humans podem estar exposats als microplàstics a per una via oral, per inhalació o a través de la pell que ens poden portar a patir efectes adversos en la salut.

Per una banda pel que fa a l'exposició directa de la pell amb microplàstics com a ingredients dels cosmètics, les indústries diuen que no hi ha cap problema, que són segurs i que no són tòxics. No obstant hi han dubtes sobre microplàstics de mida molt petita utilitzats en les cremes solars. Aquests microplàstics al ser tant petits poden penetrar fàcilment en la pell.

Per altra banda, la toxicitat que es negava en els microplàstics abans de ser abocats al mar ja no es poden negar un cop hi han arribat i hi han passat un temps, aquests poden anar agafant contaminants orgànics i van passant a través de la cadena alimentària d'uns organismes a uns altres, de nivells inferiors al superiors. I qui hi ha al final de la cadena? Nosaltres.

Els microplàstics van passant pels nivells de la cadena alimentària sent ingerits pels organismes, un d'ells per exemple, pot ser un lluç. Nosaltres pescarem aquest lluç a on s'hi han bioacumulat microplàstics i ens el menjarem. Si tenim en compte que els microplàstics poden estar agafant components químics molt tòxics del medi que s'acumulen en els diferents organismes, i ens arriben a nosaltres, i es demostrés que la seva toxicitat s'acumula amb

42. Veure imatges de les microfibrilles i els organismes a l'annex 2.

prou quantitat i de tal manera que fos influent en el nostre organisme, els efectes podrien ser molt perjudicials.

Finalment també s'han trobat evidències de microplàstics en l'aire, els quals podem inhalar i poden arribar als nostres pulmons. En un estudi⁴³ es van detectar microplàstics en forma de fibres a les teulades amb una abundància de 29 de cada 280 partícules/m²/dia. En un altre⁴⁴ van trobar micropartícules de plàstic en forma de fibra al teixit pulmonar humà.

Com ja s'ha explicat, s'han lligat les exposicions a contaminants orgànics persistents (COP) a malalties i anomalies en algunes espècies d'organisme. Anomalies en els comportament, i els defectes de naixement en alguns ocells, peixos i mamífers a les vores dels Grans Llacs d'Amèrica va portar als científics a investigar sobre les exposicions d'aquests contaminants orgànics a les poblacions humanes. Així, pel que fa a les persones, s'han lligat els COP a conseqüències adverses a la salut en la reproducció, al desenvolupament, al comportament, a aspectes neurològics, a aspectes endocrins i immunològics.

43. Gasperi et al., 2015

44. Pauly et al., 1998

5. A LA PRÀCTICA, COM PODEM VISUALITZAR I ANALITZAR ELS MICROPLÀSTICS?

La part pràctica d'aquest treball l'he basat amb un procés de coneixença i conscienciació preguntant-me en un principi si seria possible l'observació d'aquests mitjantçant una part pràctica. Procés de coneixença perquè he volgut mirar com eren els microplàstics i de conscienciació perquè el fet de mirar els percentatges de microplàstics en el meu armari i en els exfoliants d'un supermercat és una manera de donar-se compte de la quantitat real de microplàstics presents al nostre entorn.

Així doncs, per una banda he volgut saber com eren realment totes aquelles partícules de les quals he parlat en l'apartat d'utilització de microplàstics, tant pel que fa a les microfibrilles com a les microesferes dels productes d'higiene. Per tal de fer-ho possible, he ideat tres pràctiques; dues per observar les microfibrilles i l'altra les microesferes. Pel que fa a les microfibrilles, una d'elles consisteix en la observació de les fibres en general que poden sortir de la rentadora i l'altra consisteix directament en l'observació de les fibres de polièster. Per a la redacció de la de la rentadora m'he basat amb les explicacions que em va donar Eleni Michalopoulou, una investigadora estudiant de doctorat a Bristol durant la meua estada a Anglaterra, la qual he adaptat als meus objectius i recursos. A més hi he afegit una part de recompte de les fibres resultants de la rentada. La part d'observació de les fibres de polièster se'm va ocórrer tot pensant maneres de poder observar les fibres d'una manera senzilla i ràpida.

Pel que fa a la part pràctica d'observació de microesferes, es tracta d'una extracció i observació de les microesferes que contenen alguns exfoliants. Per a redactar-la m'he basat una mica amb l'article (Lisa S. Fendall, Mary A. Sewell, 2009⁴⁵) a on havien fet una pràctica semblant però amb materials força sofisticats que jo no he pogut trobar. D'aquesta manera l'he adaptat als recursos dels que disposava.

Per altra banda he realitzat dues pràctiques més en les que analitzava el contingut en microplàstics al nostre entorn. Una d'elles tracta dels microplàstics en forma de microfibrilles i l'altra de les microesferes als exfoliants.

En la primera he calculat el percentatge de roba del meu armari que contenia microplàstics en forma de microfibrilles tot mirant les etiquetes i he realitzat un percentatge. En la dels exfoliants he fet una comparativa entre els exfoliants de dos superfícies comercials, uns d'Anglaterra i una altra de Catalunya amb l'objectiu de treure algunes conclusions sobre si el fet de que a Anglaterra el tema sigui molt més conegut i estudiat hi és influent.

45. Lisa S. Fendall, Mary A. Sewell. *Contributing to marine pollution by washing your face: Microplastics in facial cleansers.* School of Biological Sciences, University of Auckland, Private Bag 92019, Auckland 1142, New Zealand. 2009.

5.1 Peces de roba amb microplàstics. Estadística de microfibres a l'armari

1. INTRODUCCIÓ

Potser no associem la paraula roba amb els plàstic però de ben segur que si que ho fem amb el polièster el qual és un plàstic.

Quan posem rentadores milers de fibres de plàstic que es desprenen de la roba (juntament amb altres fibres sintètiques i naturals) van a parar al mar però, realment tenim tanta roba a l'armari feta de fibres de plàstic?

Això és el que em vaig preguntar en descobrir que la presència de plàstics al mar era en part per culpa de la roba que portem. Per tal de donar una resposta a aquesta pregunta, vaig voler saber quin percentatge de roba que tenia jo a l'armari contenia realment microplàstics en forma de microfibres, és a dir quin percentatge de roba contenia algun plàstic a la seva etiqueta.

En general el plàstic més utilitzat en els teixits és el polièster però també ocasionalment es pot trobar polipropilè.

2. OBJECTIU

Determinar el percentatge de roba amb microplàstics que hi ha en un armari corrent agafant com a exemple el meu armari i mirar l'etiqueta de un total de 41 peces de roba.

3. PROCEDIMENTS I MATERIALS

El procediment d'aquesta pràctica és simple, i de material només es necessita la roba de l'armari, una llibreta i un bolígraf per anar apuntant les dades. Jo per tal de no enredar-me massa a l'hora de passar-ho a l'ordinador, vaig dividir el full en 4 columnes segons el tipus de roba (jarseis, pantalons, samarretes i altres) a on hi vaig anar apuntant la composició amb els percentatges de cada etiqueta. Evidentment, tota aquella roba que no tingui etiqueta com la majoria de mitjons per exemple, no es podrà analitzar.

4. RESULTATS I CONCLUSIONS

Un cop vaig haver pres nota de les peces de roba de l'armari, vaig entrar-les en una taula a l'ordinador per tal d'observar els resultats i treure'n conclusions.

Vaig analitzar 41 peces de roba de les quals 22 eren samarretes, 8 jarseis, 5 pantalons i 6 peces diverses.

A la taula inferior es mostren les dades agafades.

ELS PLÀSTICS FANTASMES

JERSEIS	SAMARRETES	PANTALONS	ALTRES
50% polièster 50% cotó	60% polièster 36% viscosa 4% elastà	15% polièster 9% viscosa 74%cotó	100% polièster (top esportiu)
100% acrílic	88% polièster 12% lí	98% cotó 2% elastà	99% cotó 1% elastà (jaqueta)
50% acrílic 50% viscosa	100% cotó	39% polièster 61% cotó	100% polièster (jaqueta)
98% cotó 2% elastà	70% polièster 30% elastà	100% cotó	100% polièster (jaqueta esportiva)
87% polièster 9% cotó 4%elastà	50% cotó 50% elastà	90% polièster 10% elastina (malles esportives)	100% polièster
50% polièster 50% cotó (dessuadora)	96% viscosa 4% elastà		65% polièster 35% viscosa (mono)
50% polièster 50% cotó (dessuadora)	100% viscosa		
95% cotó 5% elastà	100% cotó		
	87% polièster 9% cotó 4%elastà		
	100% polièster		
	100% polièster		
	16% polièster 84% cotó		
	100% cotó (pijama)		
	95% viscosa 5% elastà		
	98% polièster 2%elastà		
	30% polièster 70%viscosa		
	65% polièster 35%cotó		
	48% cotó 48% modal 4% elastà		
	100% cotó		
	30% polièster 70% viscosa		
	99%cotó 1%elastina		
	100% polièster		

A la taula inferior s’hi mostren els resultats obtinguts on cop fets els percentatges.

	% de peces amb polièster	% de peces amb un contingut de polièster igual o superior al 50%
JERSEIS	50% (4/8)	100% (4/4)
SAMARRETES	50% (11/22)	72’7% (8/11)
PANTALONS	60% (3/5)	66% (2/3)
ALTRES	66’6% (4/6)	100% (4/4)
TOTAL	53% (22/41)	43’9% (18/41)

En haver calculat tots els percentatges, per la meua sorpresa, vaig veure com més de la meitat de la roba contenia polièster, concretament un 53%, 22 de les peces de les 41 analitzades en total. A més, dins d’aquest percentatge un 39’6 % contenia un 50% o més de polièster respecte la composició total, constituint un 43’9% del total de la roba.

El 100% de les peces esportives analitzades contenen un 100% de polietilè, basant-me amb aquestes dades arribo a la conclusió de que a l’hora de fabricar roba esportiva s’utilitza molt el polietilè ja sigui potser per la textura que se li vol donar o per temes de transpiració.

Tenint en compte l’elevat percentatge de roba que conté microplàstics, de ben segur que quan es desprenen fibres de la roba en les rentades, sinó la meitat (que seria de manera proporcional) una bona part de les fibres, seran de plàstic.

5.2 Exfoliants facials amb microplàstics. Comparació Catalunya i Anglaterra

1. INTRODUCCIÓ

Des de un principi he sabut que a Anglaterra la gent està molt més conscienciada i la majoria sap què són els microplàstics. Allà és un tema comú del que se’n han fet investigacions en diferents universitats com la de Plymouth o Exeter.

Tot i que de cara al 2017 hi han previstos canvis legislatius, em vaig preguntar si actualment hi havia alguna diferència pel que fa al nombre d’exfoliants que continguin microplàstics entre un supermercat anglès i un d’aquí.

Per això, tot i que hi han altres productes com les pastes de dents que porten microplàstics, ja siguin maquillatges o cremes. Jo vaig decidir fer la comparativa només centrant-me amb els exfoliants facials que són els més abundants. Aprofitant una estada que vaig fer a Anglaterra vaig anar a una gran superfície comercial, el TESCO, i vaig fer fotos de les etiquetes de tots els exfoliants facials que oferien. Posteriorment vaig fer el mateix al Carrefour, de mida comparable al TESCO.

2. OBJECTIUS

Fer una comparativa de la quantitat d'exfoliants facials amb microplàstics que venen a una superfície comercial d'Anglaterra i de Catalunya per tal d'extreure'n unes conclusions relatives basades amb les dades recollides.

3. PROCEDIMENT

El que vaig fer va ser anar un dia al supermercat, demanar permís als encarregats i anar fent fotos de les etiquetes de tots els exfoliants que hi havia. Posteriorment vaig passar les dades en una taula i vaig fer els càlculs i les comparacions corresponents.

4. RESULTATS

Aquests van ser els resultats de l'anàlisi de les etiquetes fotografiades el dia 9 de desembre del 2016 al supermercat TESCO, Anglaterra i el dia 8 de novembre del 2016 al supermercat espanyol.

ANGLATERRA – TESCO	
Marca	Presència de microplàstics
Nivea (Gentle exfoliating scrub)	NO
Clean& Clear (blackhead clearing)	SÍ. Polietilè
Clean & Clear (exfoliating)	SÍ. Polietilè
Witch (gentle exfoliating face wash)	NO
Clean&Clear (morning energy-skin energising)	NO
Clean&Clear (morning energy-shine control)	NO
Clean&Clear (morning energy-skin brightening)	SÍ. Polietilè
Garnier (Skin Active-PureActive intensive)	NO
Garnier (Skin Active-PureActive)	NO
Garnier (Skin Active-PureActive 3 in 1)	NO
Neutrogena (blackhead eliminating)	NO
Neutrogena (deeeep clean)	SÍ. Polietilè
Neutrogena (pink grapefruit daily scrub)	NO
J&J	NO

CATALUNYA-Carrefour	
Garnier (SkinActive-PureActive intensive 3 en 1)	NO
Garnier (Skin naturals-PureActive)	SÍ. Polietilè

Clearasil	SÍ. Polietilè
Clean&Clear (anti-puntos negros)	SÍ. Polietilè
Clean&Clear (exfoliante efecto peeling)	SÍ. Polietilè
Nivea (gel exfoliante purificante)	NO

	% de productes amb microplàstics
Anglaterra	28'7% (4/14)
Catalunya	66'6% (4/6)

5. CONCLUSIONS

Tots els microplàstics presents en els ingredients eren de polietilè.

M'he trobat amb la coincidència de 3 productes entre els dos supermercats (Clean&Clear-exfoliating daily wash i Clean&Clear-exfoliante efecto peeling, Clean&Clear-blackhead clearing i Clean&Clear-anti-puntos negros i, Nivea Gentle exfoliating scrub i Nivea gel exfoliant purificant) 2 dels quals, els de la marca Clean&Clear pertanyent a la multinacional americana Johnson&Johnson contenen microplàstics.

Tot i que el nombre de productes que contenen microplàstics als dos supermercats és el mateix, el percentatge de productes que en contenen al Carrefour és més del doble del del TESCO, amb un 66'6% i un 28'7% respectivament. Aquestes dades indiquen que la probabilitat de triar un exfoliant que contingui microplàstics quan es va a comprar al Carrefour és molt més elevada amb comparació a la del TESCO.

Per altra banda però, al TESCO hi ha un ventall d'exfoliants més ampli que al supermercat d'aquí, fet que basant-me amb la llei de l'oferta i la demanda, em porta a pensar que tot i que aquí, el percentatge pel que fa al contingut de microplàstics es major, i per tant hi hagi una major probabilitat d'escollir un producte amb microplàstics, l'ús d'exfoliants (si totes les opcions sobrevisquessin al mercat) sigui menor i per això la oferta pel que fa a la diversitat de productes també ho sigui. Si aquesta hipòtesi fos certa, donaria peu a pensar que la societat anglesa fa servir més exfoliants que la espanyola. Podria ser doncs que el fet que els exfoliants per a la societat espanyola siguin menys utilitzats sigui un dels motius per als quals tant la conscienciació com els estudis siguin menors.

5.3 Anàlisi de les microfibras de l'aigua de la rentadora

1. INTRODUCCIÓ

Es té constància que cada vegada que es posa una rentadora milers de fibres se'n van pel desaigüe. Amb aquesta pràctica he volgut veure aquest fet per mi mateixa, he volgut veure les fibres que en teoria haguessin anat a parar al mar recollint l'aigua de la rentadora i analitzant-ne una petita part per tal de fer un càlcul posterior de forma aproximada.

2. OBJECTIUS

En aquesta pràctica, el meu objectiu principal es veure quina abundància de fibres presenta un cm² d'una mostra estreta de l'aigua resultant d'una rentadora feta amb roba de diferents composicions. Observar les fibres del filtre al microscopi i a partir de la superfície amb fibres de la mostra filtrada, la quantitat d'aigua filtrada i el nombre de fibres, fer un càlcul aproximat de la quantitat de fibres que es poden haver després de la rentadora que s'ha fet relacionant els resultats amb els Kg de roba rentats.

3. MATERIALS

- Rentadora
- Un recipient gran de vidre o molts de petits⁴⁶
- Roba de diferents materials
- Paper de filtre de vidre
- Embut
- Recipient a on caurà l'aigua filtrada
- Suport pel filtre (veure com fer-lo al procediment)
 - Pot de mascareta buit amb tapa enganxada per algun punt
 - Cúter
- Microscopi
- Càmera
- Recipient de vidre o ceràmica (un bol per exemple)
- Estisores
- Vidre rectangular per microscopi d'unes mides qualsevol.
- Vidre quadrat per microscopi de 2'25 cm² (1'5cm de costat).

46. La capacitat depèn de la quantitat d'aigua que es vulgui analitzar. A la rentadora normalment indica els litres d'aigua que utilitza per rentar un Kg de roba. Per tal de fer l'experiment correctament, el màxim professional possible i no contaminar les mostres sense disposar d'un laboratori lliure de plàstic, és imprescindible que els recipients siguin de vidre.

- Retolador permanent

4. PROCEDIMENTS I RESULTATS

Extracció de l'aigua de la rentadora

1. Triar les peces de roba que es volen rentar.
2. Pesat tota la roba a la balança per tal de saber quants quilograms tenim.
3. Desconnectar el tub que porta l'aigua de la rentadora cap al desaigüe.
4. Posar la rentadora amb la roba pesada a dins com es faria normalment.
5. Posar el o els recipients de vidre a on s'hi recollirà tota l'aigua que caigui.
6. Esperar davant la rentadora fins que comenci a sortir aigua pel tub i anar la posant dins dels recipients.

Suport del filtre

1. Fer un forat a la base del pot de mascareta amb el cúter per tal de que l'aigua surti i vagi cap al recipient a on es recull.

Filtració de l'aigua

1. Un cop s'ha recollit l'aigua en els recipients, deixar-los reposar durant 2h.
2. Tallar un quadrat de paper de filtre de 10x10cm aproximadament.
3. Treure la tapa de la mascareta i posar el filtre al damunt de la superfície del pot.
4. Prémer el filtre cap abaix per tal de donar-li una forma còncaua.
5. Col·locar la tapa altre com de manera que el filtre quedarà fixat i quan filtrem les fibres es quedaran a la punta i serà més fàcil observar-les al microscopi que si s'haguessin quedat repartides per tota la superfície del paper de filtre.
6. Un cop hagin passat les 2h remenar-ho suaument sense tocar el fons. De manera que les fibres «s'aixecaran» i la mica de brutícia es quedarà reposant al fons.
7. Seguidament abocar l'aigua a l'embut tapant amb un dit el forat per tal de calcular el volum d'aigua que hi cap. De cada pot no es filtrarà tota l'aigua sinó que es calcularà el volum que hi cap dins de l'embut i aquella serà el volum d'aigua a filtrar. Per exemple, si de tota l'aigua que surt de la rentadora se'n recull un pot 1 pot d'1L i a l'embut n'hi caben 0'35L, es filtrarà 1 mostra de 0'35L.
8. Treure el dit i deixar baixar l'aigua cap al filtre que estarà a sota. Com que no hi cabrà tota l'aigua a l'hora, s'ha d'anar tirant a petites quantitats i quan s'hagi filtrat continuar tirant l'aigua. Al ser una filtració lenta, per no haver d'estar aguantant amb un dit al forat l'embut, es pot deixar l'aigua en un bol de ceràmica o de vidre.

9. Un cop s'hagi acabat de filtrar tota l'aigua que es volia filtrar, treure la tapa de la mascareta, retirar el filtre i deixar-lo assecar.

Observació al microscopi

1. Un cop els filtres ja estan secs, tallar tota la part a on no s'hi ha filtrat res o només servia per aguantar el paper a la mascareta. Com que les fibres queden a la part central només cal guardar aquesta part.

2. Marcar les vores del vidre quadrat d'2'25cm² amb el retolador permanent.

3. Posar el paper de filtre entre els dos vidres (sobre del rectangular i sota del quadrat) i observar-ho.

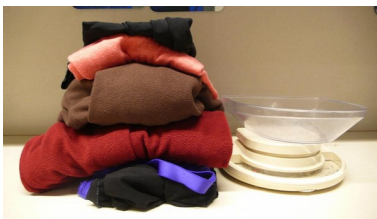
4. Prendre notes.

5. Fer les fotos

Primer de tot vaig triar cinc peces de roba mirant que a l'etiqueta totes elles continguessin polièster, a més però també contenien viscosa o elastina.

Per tal de saber quants L d'aigua sortirien de la rentadora i tenir els recipients suficients per recollir l'aigua que sortís vaig pesar la roba en una balança normal de cuina.

La meua intenció en un principi era recollir tota l'aigua de la rentadora que és el que vaig fer perquè volia agafar més d'una mostra. Finalment però vaig decidir que amb una ja en tindria suficient per assolir els meus objectius. Fent-ho d'aquesta manera no hagués sigut necessari tenir tant recipients de vidre per emmagatzemar tanta aigua ja que recollint una 1L d'aigua n'hi hagués hagut prou. Vaig pesar 1'2Kg de roba aproximadament, de manera que l'aigua total que sortiria de la rentadora serien 19'2 L d'aigua. Sabent que sortiria aquesta quantitat d'aigua vaig buscar i mesurar molts recipients per emmagatzemar-la .



Il·lustració 22: Roba i balança utilitzada



Il·lustració 23: Pes de la roba

A continuació vaig desconnectar el tub de la rentadora que portava cap al desaigüe. Després vaig posar la roba a la rentador i la vaig engegar amb un programa normal d'1h i mitja.

Vaig col·locar tots els recipients de vidre al voltant de la rentadora i vaig esperar que comencés a sortir l'aigua per anar-la recollint als pots.



Il·lustració 24: Moments previs a extreure l'aigua



Il·lustració 25: Aigua extreta i emmagatzemada en pots

Un cop vaig tenir l'aigua recollida la vaig deixar reposar durant 2h. En aquest punt ja havia decidit que només analitzaria un litre d'aigua així que en vaig triar un a l'atzar i seguint el procediment el vaig remenar sense arribar al fons, de manera que la brutícia més gran es quedés al fons i les fibres, més lleugeres, pugessin. Acte seguit vaig passar a la filtració.

Prèviament havia construït el suport pel filtre ja que l'experiment el vaig dur a terme a cada i em vaig trobar amb el problema de que no tenia res per aguantar el filtre i per tant el vaig haver de fabricar. Se'm va acudir doncs, agafar un pot de mascareta pel cabell que tenia buit a casa fer-li un forat a la base amb un cúter i fixar el filtre entre el pot i l'estructura de la tapa. Així doncs, un cop vaig haver retallat un quadrat aproximat de 10x10, vaig posar-lo al suport tot donant-li una forma una mica còncaua.

Llavors vaig agafar l'ampolla d'1L que havia seleccionat i l'embut. Com que filtrar tot el litre hagués sigut molt lent vaig treure una mostra de la quantitat d'aigua que hi cabés a dins de l'embut la qual va ser de 0'35L. Abans de filtrar l'aigua havia de trobar un recipient a on anés a parar l'aigua que sortís del filtre i vaig tenir la sort de trobar un pot de vidre que encaixava perfectament amb el pot de la mascareta i aquesta s'hi aguantava, de manera que no calia que ho aguantés jo ja que m'haurien faltat mans.

Per filtrar-ho un cop havia tapat amb el dit la base de l'embut per mesurar l'aigua que hi cabia, vaig treure el dit i vaig deixar anar una part de l'aigua cap al filtre i l'altra part la vaig deixar en un bol de ceràmica. Un cop la del filtre es va haver filtrat en vaig tirar una mica més de la que faltava i així fins que l'aigua es va acabar.



Il·lustració 26: Paper de filtre sense tallar



Il·lustració 27: Paper de filtre retallat

Quan ja s'havia filtrat tota l'aigua vaig treure el filtre del suport i vaig deixar que s'asseques per passar a l'observació al microscopi. En pic va estar sec vaig decidir retallar una mica el paper sobrant a on no s'havia produït la filtració perquè fos més fàcil d'observar.

Un cop retallat vaig posar el paper sobre del vidre rectangular i a sobre del paper hi vaig posar el vidre quadrat de 1'5 cm de costat . Per tal de saber quan s'acabava el perímetre del vidre, i per tant la zona a on havia d'observar i fer el recompte, vaig marcar les vores amb un retolador permanent.



Il·lustració 28: Fibres al microscopi (10x)

Per tal de que em fos una mica més fàcil el comptar les fibres, dividir el quadrat en tres amb el retolador permanent i vaig anar fent el recompte per franges en el que també vaig separar les fibres per colors. Aquests en van ser els resultats:

Color	Quantitat de fibres	Percentatge sobre el total
Verd	17	4'2%
Blau	144	35'2%
Vermell	117	28'6%
Negre	80	19'5%
Marró	36	8'8%
Groc	15	3'6%
TOTAL	409	

Un cop vaig tenir fet el recompte de les fibres vaig procedir a fer els càlculs. El meu objectiu era calcular el total de fibres aproximat que hauria sortit de la rentada per això vaig fer els càlculs següents:

Dades: 409: nombre de fibres en 2'25cm², 8'75: àrea del total de superfície amb fibres, 0'35L: quantitat d'aigua filtrada, 19'2: litres totals d'aigua que van sortir per la rentadors per 1'200 Kg de roba rentada.

$$409/2'25 \cdot 8'75 = 1590 \text{ fibres}/0'35L$$

$$19'2/0'35 \cdot 1590 = \mathbf{87.222 \text{ fibres}/1'200Kg \text{ de roba rentats}}$$

Agafant aquestes dades si tenim en compte que la capacitat mitjana d'una rentadora és de 5Kg, en cada rentada és dependrien:

$$5/87.222 \cdot 1'2 = \mathbf{363.333 \text{ fibres}}$$

5. CONCLUSIONS

Tot i que el recompte de les fibres va ser a ull a través del microscopi amb 10x, de manera que moltíssimes fibres que no podia veure se'm van passar per alt, i per tant el recompte no es gens precís, els resultats em semblen enormes. Ja em pensava que em trobaria amb moltes fibres però no amb unes quantitats tant grans. El encara que comparades amb les que diuen els estudis de Heather Leslie o les proporcionades pel '*Mermaids / Ocean Clean Wash*', les quals parlen de 200.000 i 300.000 per litre o peça de roba, les meves són menors només em porta a pensar altra vegada amb la quantitat de diminutes fibres que no vaig poder veure al microscopi.

Les dades recollides donen constància de la magnitud del problema ja que si només tinguéssim en compte els meus resultats les dades ja serien astronòmiques. En una família comú, per exemple a on s'hi acostumen a fer unes 4 rentades per setmana, estarien sortint per la rentadora 1.453.332 fibres setmanalment resultant un total de 75.573.265 fibres anualment i tot això per tan sols una sola llar.

5.4 Observació de fibres de polièster

1. INTRODUCCIÓ

La pràctica de la rentadora no em permetia distingir quines fibres eren de polièster i eren de viscosa o elastina. Per això, per tal d'observar amb detall específicament les fibres de polièster he buscat la manera de extreure-les d'un teixit. A més vaig pensar que aquesta seria una bona manera d'ensenyar els més petits que és el que porten posat i que pot arribar al mar. Aquesta pràctica forma part de'una de les propostes didàctiques proposades en el punt 5.

2. OBJECTIUS

Observar els microplàstics en forma de microfibrilles de polièster que porten els dos forros polars la composició dels quals és de 100% polièster, usats a la pràctica de la rentadora.

3. MATERIALS

- Cinta adhesiva
- Roba de la que es vol extreure fibres (dos forros polars)
- Microscopi
- Vidres de microscopi
- Càmera

4. PROCEDIMENTS I RESULTATS

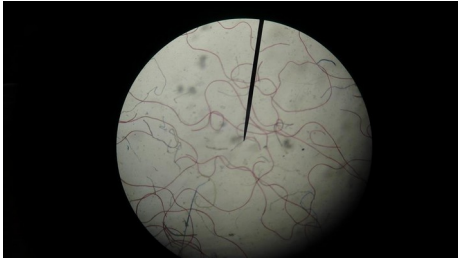
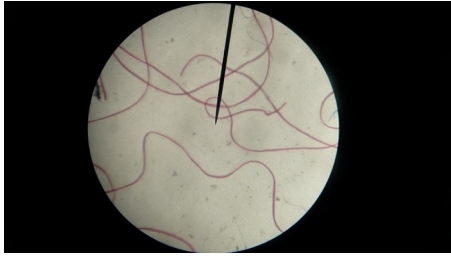


1. Tallar un tros de cinta adhesiva d'uns 3cm.
2. Col·locar la cinta per la part que enganxa sobre el teixit del qual es volen extreure les fibres.
3. Estirar la cinta de manera que les fibres s'hi quedaran enganxades. Anar enganxant i desenganxant la cinta fins que gairebé no enganxi.
4. Posar la cinta entre dos vidres i observar-la al microscopi.
5. Fer les fotos
6. Repetir els passos amb els teixits restants.

Primer de tot vaig agafar els dos forros polars que havia utilitzat en la pràctica de la rentadora per procedir a fer la pràctica. Vaig tallar un trosset de celo de uns 3cm i el vaig enganxar al primer forro del qual en volia mirar les fibres. A continuació el vaig desenganxar i enganxar unes quantes vegades per tal de que s'enganxessin força fibres a la cinta i prevenir també d'aquesta manera que quan la poses entre mig dels dos vidres no s'hi quedés enganxada.



Tallant enganxant i desenganxant el celo.

Observacions:

Forro polar vermell	
4x	10x
	
Forro polar marró	
4x	10x
	

Per tal de que es veiessin millor les fibres he ampliat i retallat les imatge que tenia més qualitat. Es tracta de la imatge de 10x del forro polar marró de la dreta (10x)



Il·lustració 29: Imatge aproximada de les microfibrilles

5. CONCLUSIONS

Les fibres observades de prop es veuen ben bé com tiretes molt fines de plàstic força llargues. Tot i que mirat a través del microscopi es veu millor que en les imatges, es pot apreciar com les fibres són una mica translúcides.

Respecte la pràctica anterior on observava les fibres un cop havien passat per la rentadora tot i que n'hi havien algunes de curtetes, he vist com aquestes eren molt més llargues, el que m'ha portat a deduir que potser les més llargues es quedaven al filtre de la rentadora o bé a la rentadora les fibres es trencaven.

També he pogut observar fibres d'altres colors en les mostres quan en teoria totes havien de ser del color del forro polar. Això vol dir que quan la roba està en contacte, ja sigui a la rentadora o a fora, amb altra roba i molt probablement les fibres d'un teixit s'enganxen a les d'un altre. Per tant podríem estar rentant una peça 100% de cotó pensant que no es despendran microplàstics, però en realitat es desprenguin aquelles fibres de polièster, per exemple, que potser s'hi havien enganxat en rentades anteriors.

Aquesta és doncs, una bona manera d'observar com són les fibres que es poden despendre de la roba sense haver d'analitzar l'aigua d'una rentada.

5.5 Anàlisi i comparació dels microplàstics en 4 exfoliants

1. INTRODUCCIÓ

Al principi d'aquest treball em preguntava què eren els microplàstics, que s'entenia per microplàstic, i un cop vaig descobrir que eren partícules de plàstic de menys de 5mm i que les trobàvem a productes al nostre abast i moltes vegades d'ús diari vaig voler conèixer-los de més prop ja que en tenia curiositat.

A ull nu es poden observar els grànuls de polietilè que contenen alguns exfoliants i pots veure que són partícules molt petites però no en pots dir exactament la forma que tenen. Depenent del producte poden tenir formes arrodonides o irregulars, més petites o més grans. Jo vaig voler observar exfoliant que venien en un supermercat corrent i veure quina forma tenien els seus microplàstics. Per tal de trobar més diversitat vaig decidir agafar exfoliants per a diferents parts del cos i dos per al mateix lloc. Dos eren facials i dels altres dos un era corporal i l'altre de mans. A més vaig tenir la sort de trobar dos exfoliants que a banda de contenir les partícules de plàstic també contenien exfoliants naturals. Aquests eren els que s'utilitzaven abans dels plàstics i en alguns productes encara se'n utilitzen.

2. OBJECTIUS

Observar amb detall els microplàstics presents en 4 exfoliants diferents i així comparar-ne les característiques.

3. MATERIALS

- 4 exfoliants diferents
- Paper de filtre
- Aigua
- 1 recipient de vidre
- Pot per escalfar aigua
- Fogonet
- Bomba d'aire (manxa)
- Xeringa
- Microscopi
- Càmera
- Tisoires
- Estri que no sigui de plàstic per remenar (Jo he fet servir una cullera)
- Pinces

PROCEDIMENT I RESULTATS

Les mesures són aproximades i no passaria res si es canviessin ja que la única finalitat de l'experiment és veure com són els microplàstics i no fer cap mena de recompte. (per una mostra)

Dissolució

1. Posar a escalfar una mica d'aigua en un pot i retirar-la del foc quan comenci a bullir.
2. Un cop s'ha retirat l'aigua del foc (per tal de que es refredi una mica ja que perquè l'exfoliant es dissolgui bé ha l'aigua ha d'estar a uns 70°C) agafar l'exfoliant i omplir la xeringa fins a 1ml⁴⁷.
3. Abocar en el recipient de vidre una petita quantitat d'aigua del pot (3ml aprox.) a on posteriorment també s'hi evocarà l'exfoliant mesurat
4. Abocar l'exfoliant a l'aigua que hi ha en el recipient de vidre.
5. Amb el mànec d'una cullera metàl·lica remenar la solució fins que l'exfoliant quedi totalment diluït. (Si els microplàstics de l'exfoliant són grans o de color, molt probablement es podran veure surant damunt l'aigua)

47. Si es té una bàscula precisa es pot fer en grams, però com que no era el cas ho vaig fer en ml. Evidentment 1ml d'exfoliant no serà exactament la mateixa quantitat en cadascun d'ells, però és un valor orientatiu, per no fer-ho a ull.

Filtració

En un principi vaig començar utilitzant la tècnica de filtració utilitzada en l'experiment de la roba però era massa lenta i aprofitant la carcassa d'un filtrador d'osmosi en vaig crear una de nova. En aquesta filtració l'aigua a filtrar té contacte amb plàstic cosa que per que l'experiment sigui 100% sense contaminació no hauria de passar. A més també ha tingut contacte prèviament amb una xeringa de plàstic, però com que el que importa és només observar els plàstics de l'exfoliant si hi hagués algun petit residu de les parets del tub usat per la filtració molt probablement seria massa petit i ni el veuria.

1. Tallar un cercle de 3cm de diàmetre de paper de filtre i posar-lo a la base de la carcassa a on s'hi enrosca la part superior (aquest quedarà enganxat a la base quan s'hi enrosqui la part superior ja que aquesta a la seva base hi té una goma que mantindrà el filtre immòbil).
2. Abocar la dissolució d'exfoliant i aigua a la base de la carcassa.
3. Enrosca-hi la part superior.
4. Per facilitar la filtració i fer el procés més ràpid, amb l'ajuda d'una bomba manual introduir aire a pressió per l'orifici del tub superior. Mantenir la pressió fins que deixi de sortir líquid per l'orifici de sortida de la base.
5. Obrir la carcassa i amb l'ajuda de les pinces enretirar el filtre a on s'hi hauran quedat els microplàstics.
6. Posar el filtre en un plat⁴⁸ i per deixar que s'assequi i tenir-lo llest per l'observació al microscopi. Per tal de fer més ràpid aquest procés, si es vol, es pot posar el filtre, juntament amb el plat, 3min al microones a una potència de 90W.
7. Netejar bé tot el material utilitzat i repetir el procés amb les mostres restants.

Observació al microscopi

Un cop s'han assecat els filtres:

1. Agafar el primer que es vulgui observar, col·locar-lo sobre una làmina de vidre sota del microscopi i enfocar.
2. Fer fotos i prendre notes

48. Es poden enumerar els plats a on es deixen els filtres amb un retolador permanent per tant de saber quin és quin.

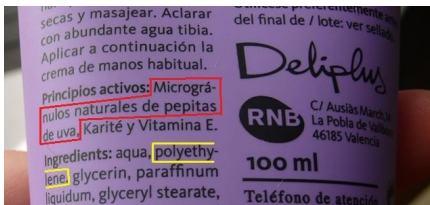
Abans de fer l'experiment vaig triar quatre exfoliants, un de mans, un corporal, i dos facials, un d'ells d'home i l'altre de dona.



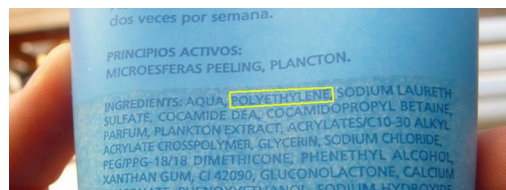
Il·lustració 30: D'esquerra a dreta: exfoliant facial dona, exfoliant de mans, exfoliant facial home, exfoliant corporal.

L'exfoliant facial de dona en la foto està dins d'un pot de vidre a on el vaig posar per dur-lo d'Anglaterra cap aquí ja cas, no per cap motiu especial, el vaig comprar allà.

Cadascun d'aquests productes duia la paraula polietilè a les seves etiquetes, és a dir, tots 4 porten microplàstics. A més, dos d'ells, el de mans i en el facial d'home, porten a banda de microplàstics, el que vindria a ser un exolians naturals, trossets de pinyol de raïm(el de mans) i trossets de bambú (el facial).



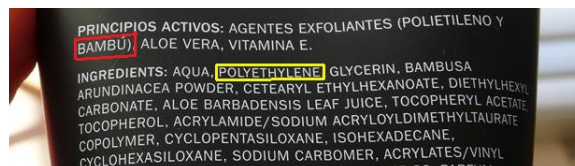
Il·lustració 31: E-3



Il·lustració 32: E-1



Il·lustració 33: E-4



Il·lustració 34: E-2

En primer lloc vaig deixar preparats els filtres dibuixant una rodona de 3cm de diàmetre sobre el paper que és una mica més del que medeix la base de la carcassa a on hi va col·locat el filtre. Un cop fet això vaig introduir aigua dins d'un pot i la vaig posar a bullir.

Mentrestant amb la xeringa vaig agafar el primer exfoliant (E-1) que va ser l'exfoliant de cos i en vaig mesurar 1ml com faig amb l'exfoliant de mans (E-3) en les imatges.



*Il·lustració 35:
Introducció de
l'exfoliant a la
xeringa*



*Il·lustració 36: Compressió de
l'exfoliant introduït*

Posteriorment vaig agafar el pot que havia enretirat del foc abans de mesurar el ml d'exfoliant i en vaig evocar una mica al recipient de vidre. Un cop fet això, al mateix recipient hi vaig abocar l'exfoliant i ho vaig remenar amb la cullera. Tal i com faig a les imatges inferiors també amb l'E-3.



*Il·lustració 37:
Abocant aigua
calenta al recipient*



Il·lustració 38: Posant l'exfoliant



Il·lustració 39: Dissolent l'exfoliant

En haver-se dissolt completament l'exfoliant vaig posar el paper de filtre tallat a la base de la carcassa d'osmosi d'aigua i hi vaig evocar la dissolució. A continuació ho vaig tancar i amb l'ajuda d'una manxa hi vaig posar aire a pressió per tal d'accelerar la filtració.



Il·lustració 40: Paper de filtre col·locat a la base



Il·lustració 41: Evocant la dissolució a la base



Il·lustració 42: Enroscant la base



Il·lustració 43: Col·locant la manxa per tal de fer pressió

Una vegada ja no sortia més aigua per l'orifici de sortida de la base, vaig deixar de manxar i vaig obrir la carcassa. En vaig extreure amb l'ajuda d'unes pinces el paper de filtre i el vaig deixar en un plat perquè s'asseques mentre feia el mateix procediment amb els altres tres exfoliants.

Un cop vaig haver fet el procés amb tots els productes, com que que encara estaven tots mullats, els vaig posar 3min al microones a 90W per tal de que s'assequessin.



Il·lustració 44: Extracció del paper de filtre amb les pinces



Il·lustració 45: Totes les mostres obtingudes

Quan ja estaven secs primer els vaig vaig anar observant al microscopi col·locant-los sobre una làmina de vidre i després amb l'ajuda d'unes pinces vaig tirar els microplàstics del paper de filtre en un vidre per observar-los d'una altra manera. Les fotos les vaig posades en els resultts estan tretes de l'observació amb els microplàstics directament damunt del vidre ja que es veien millor (primer amb 4x i després amb 10x augments)

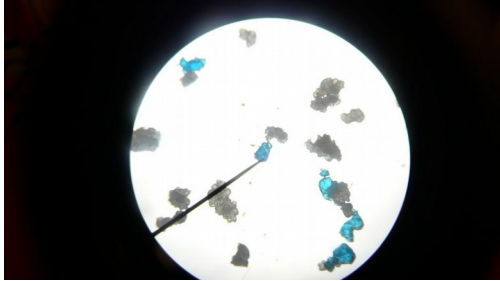
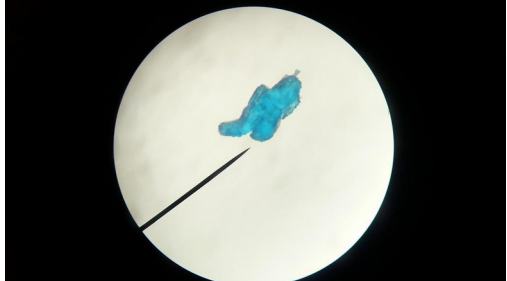
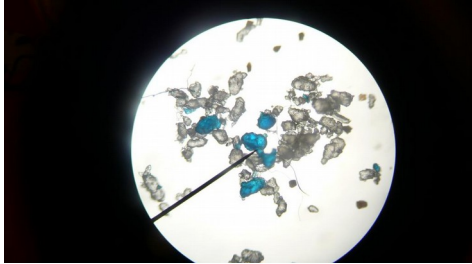
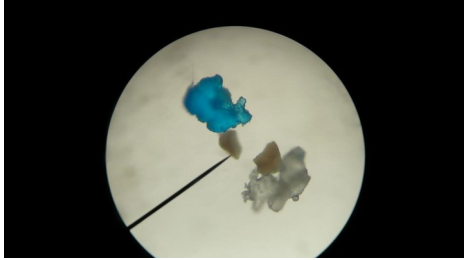

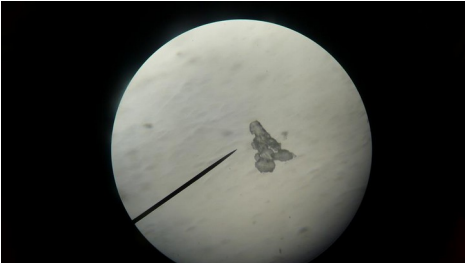
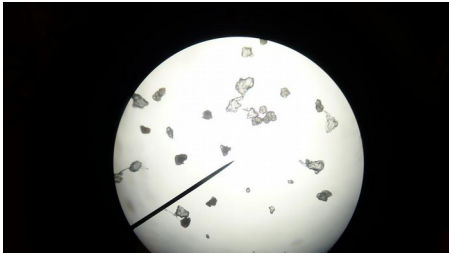
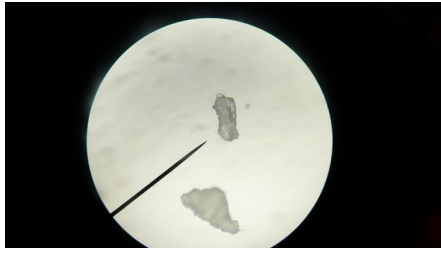


Il·lustració 47: Observant els microplàstics



Il·lustració 46: Col·locació de la mostra

Aquests en van ser els resultats:

E-1 (Exfoliant corporal)	
4x	10x
	
E-2 (Exfoliant facial home)	
4x	10x
	
E-3 (Exfoliant de mans)	
4x	10x
	
E-4 (Exfoliant facial dona)	
4x	10x
	

CONCLUSIONS

E-1 Microplàstics de dos colors, blaus i blancs. Tant els uns com els altres translúcids, molt irregulars i d'unes mides semblants. Més abundància de blaus de de blancs.

E-2 Microplàstics de dos colors, blaus i blanca. Tant els uns com els altres translúcids, molt irregulars i d'una mida similar. Més abundància de blaus de de blancs. A més s'hi observen partícules més petites i d'una forma més regular, més geomètrica, força opaques que són els trossets de bambú i menys abundants.

E-3 Microplàstics de un sol color, blancs. Translúcids i tots d'unes mides similars. A més presència d'un exfoliant natural (troç de pinyol de raïm) amb unes mides 3 o 4 vegades més grans que les dels microplàstics i molt menys abundant.

E-4 Microplàstics d'un sol color, blancs. Translúcids i tots d'unes mides similars.

Comparacions:

He pogut observar com els microplàstics de la mostra E-1 i de la E-2 eren molt semblants per no dir idèntics. L'E-1 es tractava d'un exfoliant corporal mentre que l'E-2 d'un de facial. Això m'ha portat a pensar que els productes, per molt que tinguin funcions diferents, poden contenir el mateix tipus de microplàstic i no per estar a un producte per la cara aquests han de ser més petits o bé més arrodonits que els d'un producte pel cos com es podria pensar. A aquest exfoliant facial E-2 a més, hi he pogut observar unes partícules que no eren a l'E-1 ni en cap altra mostra. Es tracta d'unes partícules més petites que els microplàstics del producte i amb unes formes també irregulars però més geomètriques, són els trossets de bambú utilitzats com a exfoliant natural. També hi ha presència d'exfoliants naturals en l'E-3 cosa que significa que 2 dels 4 productes analitzats contenen a més dels microplàstics un tipus d'exfoliació natural. En el cas de l'E-3 aquests, els fragments de pinyol de raïm, són molt menys abundants que els microplàstics dels productes i que els trossets de bambú de l'E-2 però també són el doble de grans.

Els microplàstics de l'E-3 i l'E-4 eren molt similars, blancs i translúcids, d'unes mides semblants entre ells. Tot i que en l'E-1 i E-2 també hi havien microplàstics petits, en general tots eren més grans que els de l'E-3 i l'E-4. Això torna a confirmar que el perquè estigui destinat el producte no condiciona el tipus de microplàstic que portarà, així doncs no podríem classificar els microplàstics segons si són petits són exfoliants per la cara i si són grans pel cos. Els microplàstics de l'E-4 són petits i es tracta d'un exfoliant facial però l'E-2 també es tracta d'un exfoliant facial i els seus microplàstics són igual de grans que els d'un exfoliant corporal.

5.6 Dificultats de la part pràctica

A la pràctica de l'anàlisi dels microplàstics en els productes d'higiene, he tingut algunes dificultats pel que fa a la filtració ja que en un principi anava molt lenta. Llavors vaig buscar la manera de que anés més ràpid i vaig provar de construir el filtre amb una carcassa que no es feia servir d'osmosi d'aigua. Em va anar força bé ja que ho vaig poder filtrar tot molt ràpidament però se'm va trencar algun filtre com a conseqüència d'haver-hi aplicat massa pressió.

La redacció d'aquestes pràctiques en general m'ha estat una mica complicada. Per una banda he hagut d'adaptar als recursos dels que disposava la pràctica de la rentadora explicada per la investigadora Eleni Michalopoulou a qui vaig tenir la oportunitat de conèixer⁴⁹ i a qui li agraeixo la seva amabilitat, i la pràctica dels exfoliants basada en l'article «Lisa S. Fendall, Mary A. Sewell, 2009». Per l'altra les tres pràctiques restants les vaig idear jo, sense cap base prèvia cosa que ha provocat una dificultat afegida. Tot i això per tal de que estiguessin el més ben redactades possible, m'he basat amb l'experiència de la redacció de les pràctiques realitzades el curs passat, a 1^r batxillerat, i amb les recomanacions i indicacions de la tutora.

Pel que fa a les pràctiques d'observació he tingut alguna dificultat a l'hora de fer les fotos del microscopi, ja que no disposava d'un microscopi que es pogués connectar a l'ordinador i vaig haver de fer les fotos amb una càmera la qual cosa és força complicada.

49. Veure annex 1

6. COM ES RESPON AL PROBLEMA?

Tal i com m'ha mostrat la recerca i la realització de la part pràctica, els microplàstics són presents al nostre voltant i poden arribar a fer molt de mal als éssers vius. Així doncs, he volgut conèixer com s'està responent al problema i com hi podríem respondre de cara al futur.

Tot i no poder desfer tot el mal causat als oceans si que podem prevenir un mal major reduint ni que sigui una petita part d'aquests plàstics partint dels microplàstics ja que són totalment innecessaris. Per això, en els últims anys s'han creat i mobilitzat moltes campanyes per tal d'aconseguir una prohibició de l'ús dels microplàstics com a font primària.

En aquest apartat dedico la secció 6.1 a fer un recull de mobilitzacions i campanyes que s'han fet, i en la secció 6.2 explico l'evolució que han comportat en la legislació d'alguns països.

Això ens fa ser optimistes de que els canvis són possibles gràcies a la conscienciació. Per tant, acabo amb la secció 6.3 plantejant com els experiments que he fet en aquest treball es poden transformar en activitats didàctiques per fer en grups escolars o altres associacions per tal que aquí a Catalunya siguem més conscients d'aquest problema i puguem construir un país millor.

6.1 Mobilitzacions i campanyes

Per tal de conscienciar a la societat i fer pressió per tal de que els governs apliquin lleis de prohibició de microplàstics, s'han fet diverses campanyes.

La «Plastic soup Foundation»⁵⁰ (fundació de la sopa de plàstics) és una de les associacions més actives en aquest sentit. A continuació comento les seves campanyes relacionades amb els microplàstics.

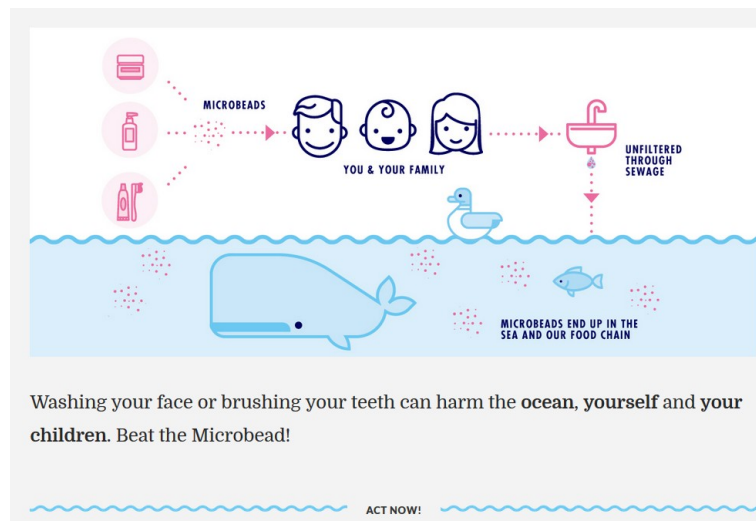


Il·lustració 48: Logotip "Plastic Soup Foundation"

Pel que fa als microplàstics als productes d'higiene, la campanya «Beat the Microbead» és una de les campanyes amb més envergadura de la que pengen altres petites campanyes com per exemple «srub it out», es tracta d'una campanya internacional contra els microplàstics als cosmètics. La campanya té el suport de 87 ONG de 38 països diferents.

Al portal de la seva web hi ha una imatge amb un esquema del recorregut que fan els microplàstics, i una frase «Washing your face or brushing your teeth can harm the ocean, yourself and your children» (Rentarte la cara i les dents pot fer mal a l'oceà, a tu, i als teus fills). Tant la imatge com la frase estan agafades de manera que et facin reflexionar i actuar pensant que no només és el teu problema sinó que també dels que t'envolten, ja que posen èmfasi amb la teva família i com el problema els hi afecta i en poden patir els efectes.

50. «The Plastic Soup Foundation» vol posar punt i final a l'increment de la contaminació dels mars i oceans pels plàstics. Volen prevenir que en un futur encara més plàstics vagin a parar al mar.



Il·lustració 49: Portal de la pàgina web de la campanya
<https://www.beatthemicrobead.org/>

La pàgina web conté diverses seccions, donant resposta a les preguntes més freqüents sobre els microplàstics, proporcionant una llista amb productes que contenen microplàstics per país, explicant el «look for the zero», la seva estratègia, els seus resultats i animant a fer una donació clicant sobre el botó «help us».

A més inclouen un apartat amb notícies i han desenvolupat una aplicació tant per Android com per IOS a on fent una fotografia de l'etiqueta t'indica si el producte conté o no microplàstics.

Quan la campanya va començar el 2012, els seu focus eren només els 5 ingredients que al moment eren els que es coneixien com els més utilitzats en els cosmètics: PET, PP, PE PMMA i niló. Per això l'aplicació que van llançar al mercat només es centra amb aquests quatre ingredients. Més tard però es va demostrar que hi havien molts més ingredients de plàstic utilitzats en els productes. Per això enlloc de demanar als consumidors que mirin etiquetes molt complicades d'entendre, demanen als fabricants que indiquin en els seus productes la presència de microplàstics deixant-los-hi utilitzar el logo que la campanya va idear per als productes a 0 microplàstics.



Il·lustració 50: Logotip proposat per "Beat de microbead"

Pel que fa a les microfibrilles, la mateixa fundació a la que pertany la campanya «Beat the microbead», «The Plastic Soup foundation» té una campanya anomenada «Ocean Clean Wash» creada per tal de front a l'alliberament de microfibrilles al medi marí tot involucrant els fabricants de les rentadores, les marques de roba de moda, les organitzacions ambientals i els consumidors.

Aquesta campanya ha desenvolupat un projecte anomenat «Mermaids» (Sirena) amb l'objectiu de minvar l'impacte ambiental de les partícules resultants de les aigües residuals de les rentadores en els ecosistemes europeus (SEA). Això ho fa mitjançant la demostració i l'aplicació de tecnologies innovadores i additius per a processos de rentat i tractaments d'acabat tèxtil. El projecte «Mermaids» no està tractant amb el desenvolupament de noves tecnologies, sinó que el que pretén és aplicar el coneixement científic-tecnològic ja desenvolupat.



Il·lustració 51: logotip projecte «Mermaids» de la campanya «Ocean Clean Wash»

A l'annex he fet un recull d'imatges i vídeos publicats diverses campanyes per tal de crear una conscienciació de la societat.

6.2 Evolució de la legislació

La ministra holandesa Jacqueline Cramer va ser la primera en posar atenció a l'amomenat «brou de plàstics» el 2009 tant pel que fa als Països Baixos com a Europa i el PNUMA⁵¹.

Cada vegada el microplàstics estan rebent una major atenció degut a la idea de que formen una part important del problema dels plàstics i els consumidors contribueixen inconscientment però de forma directa al rentar-se la cara o raspallar-se les dents.

Al desembre de 2011, l'eurodiputat holandès, Gerben-Jan Gerbrandy va aconseguir 4000 signatures a l'Haia de petició amb el lema: «jo exfolio sense plàstic». El mateix mes va proposar a la Comissió Europea si es podia considerar la prohibició de micro plàstics en productes de consum com ara productes abrasius i exfoliants, i reemplaçar-los amb alternatives d'origen natural com per exemple, sal, bambú o closques de nous.

La primera moció aprovada

Una primera moció⁵² de Manon Fokke (PvdA) va ser aprovada al novembre de 2012 per una majoria del parlament holandès. En aquesta moció es demanava una comunicació amb la indústria per evitar l'ús de microplàstics en cosmètics. El govern va dir que faria pressió per tal d'aconseguir aquesta prohibició a nivell Europeu.

51. *Programa de les Nacions Unides amb el Medi Ambient, actua com a defensor, educador i facilitador per promoure l'ús sensat i el desenvolupament sostenible del medi ambient global.*

52. *Proposició feta en una assemblea deliberant, en un congrés, etc.*

La primera multinacional

Un mes més tard Unilever⁵³ va declarar una suspensió de l'ús de microplàstics sota la pressió que exercien diverses campanyes.

L'eurodiputada belga Kathleen Van Brempt va declarar amb contundència que: «Ha de quedar clar que la Comissió Europea hauria de prohibir l'ús de microplàstics en cosmètics. La mateixa indústria està mostrant que és possible i que hi ha alternatives naturals i biodegradables».

La MSFD (Marine Strategy Framework)

Els microplàstics ja són definits per la MSFD⁵⁴, com a deixalles. Actualment els Estats d'Europa estan obligats a prendre mesures per tal d'assolir un bon estat ambiental de les seves aigües costaneres al 2020 als Estats Membres se'ls està obligant a prendre mesures per assolir un bon estat ecològic el 2020 pel que fa a les seves aigües costaneres.

Això es vol aconseguir mitjançant una conscienciació de la població de manera que no comprin els productes que continguin microplàstics.

El Llibre Verd

El març del 2013 la Comissió Europea va publicar el «El Llibre Verd» el qual formava part d'una estratègia europea enfront els residus de plàstics al medi ambient. En aquest llibre els microplàstics són principalment el motiu de preocupació i això ho expressa en frases com: «La concentració en l'aigua d'aquestes partícules, arriba, fins i tot a les zones més remotes fins al punt de ser més abundants que el plàncton. Si aquests microplàstics, i els additius químics que contenen, són ingerits en grans quantitats per la fauna marina i poden tenir un gran potencial de contaminació de la cadena alimentària a través de la interacció predador-presa.» I: «La creixent utilització de microplàstics verges també és un motiu de preocupació. En alguns productes de consum, com cremes exfoliants i gels de bany, els productors afegixen microplàstics en lloc de partícules exfoliants naturals. Aquestes partícules poden acabar en el mar, ja que els sistemes de gestió de l'aigua no estan equipats per retenir aquest material.»

La Comissió Europea convida en aquest llibre als ciutadans, empreses i organitzacions no governamentals a donar resposta a la següent pregunta: «Quina seria la millor manera de fer front als problemes que es deriven de la utilització de microplàstics en els productes o processos industrials i de nanopartícules en els plàstics?»

Conferència Europea a Berlín

Un mes més tard, a l'abril de 2013, el Govern Federal d'Alemanya i la Comissió Europea, van organitzar la Conferència Internacional sobre Prevenció i Gestió d'Escombraries Marines en

53. Empresa multinacional britànica i neerlandesa creada al 1930 amb la fusió de Margarine Unie dels Països Baixos i de Lever Brothers, un fabricant anglès de sabó.

54 Directiva marc sobre l'estratègia marina

els mars europeus. La conferència volia donar una prioritat a la implementació de solucions relacionades amb el problema de la micropartícules de plàstic.

Janez Potocnik, Comissari Europeu per al Medi Ambient, va rebre de part de les ONG presents i dels participants una petició a favor de la prohibició de l'addició de microesferes dels cosmètics a partir de l'1 gener de 2014. Aquesta petició també va ser signada per destacats científics com el professor Richard Thompson (Universitat de Plymouth) i el professor Gerd Liebezeit (Universitat Oldenburg).

Declaració del Govern holandès

Just després del congrés, Wilma Mansveld secretària de l'estat holandès d'infraestructures i mediambient, va dir que hi havia d'haver una prohibició pel que fa a l'ús dels microplàstics en els productes d'higiene personal com a mètode de precaució. Segons Mansveld i com ja se sabia, hi han un munt d'alternatives possibles per a les empreses a l'hora de substituir els microplàstics.

Al juny del 2013 els Països Baixos van iniciar un debat sobre aquest tema al Consell Europeu.

Primera meitat del 2014

La comunitat 5Gyres⁵⁵ va col·laborar amb la Tulane Law School (una escola de dret) per tal de crear un model de legislació i va presentar juntament amb la New York Attorney General's Office la legislació per prohibir la venda de productes d'higiene que continguessin microplàstics.

El decret «Aigües lliures de microplàstics» va ser aprovat per l'Assemblea de l'Estat de Nova York, per 108 vots a 0. Aquest decret prohibirà la distribució i venda de productes cosmètics que continguin micropartícules inferiors a 5 mm cap al 2017.

Bundesland Bayern és el primer estat alemany que convida a la indústria a eliminar de manera voluntària els microplàstics dels seus productes.

Per altra banda, el senador de l'estat d'Ohio, Mike Skindell, va introduir la prohibició a nivell estatal dels productes.

Pat Quinn, el governador d'Illinois, va signar la legislació que prohibirà la producció i venda de productes d'higiene que continguin microplàstics per a finals de 2017, i la venda per a finals de 2018.

Aquesta norma, però, no aclareix tots els dubtes ja que permet "plàstics biodegradables" per ser usats com a alternativa. Desafortunadament no es degraden en ambients marins freds, només en equipaments de compostatge que utilitzen un alt calor.

Frank Pallone del Partit Democràtic en el Congrés dels EUA va introduir la legislació federal que prohibiria l'ús d'aquests productes.

55 Comunitat que lluita contra la contaminació de plàstic a l'oceà a través de l'educació, la ciència i l'activisme.

Segona meitat del 2014

Rob Stokes, el ministre de medi ambient de New South Wales a Austràlia, va promoure una llei nacional en la producció i venda de microplàstics de polietilè en productes d'higiene personal.

A Califòrnia es va votar i no es va aprovar la llei que prohibia els microplàstics per un vot de diferència.

Angela Hawdon, la directora del programa australià de Fauna & Flora Internacional, va dir que el grup conservacionista treballaria amb el grup de treball de l'Agència de Protecció ambiental de New South Wales i que s'aliarien amb els productors per tal ajudar-los a trobar substitutius als microplàstics.

Primera meitat 2015

El Senador Portman (d'Ohio, VS) del Congres d'Estats Units va considerar la prohibició de microplàstics per protegir el Llac Erie i la salut de la gent.

Es va dur a terme l'acte « Aigua lliure de microplàstics» (The Microbead-Free Water Act) el qual va ser presentat per Fred Upton.

G-7⁵⁶ va anima a l'industria a afrontar el problema facilitant el camí de la prohibició dels microplàstics als productes d'higiene.

Johin Hurson, el vice-president de « the Personal Care Products Council» (Consell del productes d'higiene) va donar suport a l'acte de deixar les aigües netes de microplàstics a través de diverses declaracions.

El parlament Alemany va fer una crida per prohibir aquestes microesferes i per la realització de noves recerques sobre els efectes que tenen els microplàstics als ecosistemes.

Segona meitat 2015

El govern canadenc va anunciar la prohibició general de les partícules de plàstic. Els microplàstics doncs, van ser afegits a la llista de substàncies tòxiques de Canadà.

Califòrnia va adoptar la legislació (AB 888) que prohibeix la introducció de micropartícules de plàstic en els productes d'higiene personal. Aquesta llei és més estricta que en altres estats i també prohibeix "partícules biodegradables", tot i que permet un període de 5 anys per eliminar gradualment les micropartícules de plàstic.

Al Desembre l'expresident d'Estats Units Barack Obama va firmar la proposta de llei contra les micropartícules de plàstic: «Aigua lliure de microplàstics»

56.S'anomena G7 o **Grup dels set** a un grup informal de països del món el pes polític, econòmic i militar que és rellevant a escala global. Està conformat per Alemanya, Rússia, EUA, Espanya, França, Xina, Japó i Regne Unit

Els països del G7 representen més del 64% de la riquesa global.

Any 2016

Aquest any 2016, Dinamarca ha estat pressionant per tal de implementar la prohibició de microesferes a Europa. Ha pressionat al Parlament Europeu per prendre una acció decisiva sobre la il·legalització de les microesferes en els productes d'higiene personal que es venen a la Unió Europea.

El ministre de Medi Ambient de la Gran Bretanya George Eustice ha assegurat als parlamentaris del comitè d'auditoria ambiental que el govern dóna suport a la prohibició de les contaminants en els productes de cosmètica dient: «Donem suport a la prohibició de microplàstics en els productes de cosmètica i treballem amb altres països de la UE per introduir-lo en l'agenda a nivell europeu. Crec que el correcte és pressionar per aconseguir una prohibició.»

Canadà ha reconegut que les microesferes en els productes de cura personal tenen o poden tenir un efecte nociu a llarg termini en el medi ambient o la seva diversitat biològica.

Recentment el govern de Gran Bretanya ha comunicat que volen prohibir les microesferes de plàstic que es troben a cosmètics i materials de neteja a finals del 2017.

Pel que fa a les microfibrilles, la cosa no està tant avançada. Mentre que les microperles han estat el focus del Congrés, el president i vuit estats fins a la data, microfibrilles han rebut molta menys atenció.

Cada any, les companyies de roba al seu torn 70 milions de tones mètriques de fibres en 400 milions de metres quadrats de tela, perquè al voltant de 150 milions de peces de vestir. Aquestes empreses no estan finançant cap mena d'investigació científica per determinar si aquestes fibres són segures per al medi ambient o per a la salut. Evidentment perquè no els hi interessa.

Els fabricants no tenen incentius per innovar i així reduir la contaminació de la fibra. Per això, els governs han de portar la iniciativa mitjançant la creació de polítiques de prova de seguretat que requereixen la indústria per reduir les emissions de fibres tòxiques dels productes.

La mateixa política també podria encoratjar els ecologistes, els dissenyadors i enginyers a treballar junts per identificar les característiques de la roba que provoquen el desprendiment de fibres, per tal de reduir-lo i mirant desenvolupar d'alternatives més segures.

Amb alguns plàstics trobats com a deixalles, els governs i les empreses estan alterant com es fan els productes, com s'utilitzen i com es rebutgen.

Els sistemes de dipòsit per a ampolles i llaunes, per exemple, desanimen llençar escombraries i pot ajudar a alleujar la càrrega financera de reciclatge sobre el contribuent. Molts governs dels estats, incloent Califòrnia, Illinois, Nova Jersey, Maine, Colorado, Maryland, Indiana, Connecticut i Wisconsin, estan prohibint "microperles" - exfoliants de plàstic utilitzats en cosmètica.

S'han d'aplicar mesures similars doncs contra una de les formes més abundants de residus de plàstic: les fibres de la roba.

El programa «Begin for Design», una col·laboració entre la Universitat de Nova Gal·les del Sud a Austràlia, la Universitat de Califòrnia, la Universitat de Northwestern i el dissenyador de roba Eileen Fisher, té com a objectiu canviar això. Son pioners pel que fa a les proves per investigar si la roba de rentat de filtres pot controlar les emissions de fibres tòxiques. També esperen poder resoldre el vell debat sobre si les fibres naturals són més nocius o no que els de plàstic - un tema de preocupació evident per als consumidors.

Els canvis que es facin per part de les indústries líders del mercat poden limitar els danys ecològics.

Recentment s'ha creat una eina, un recurs per les empreses de roba i calçat amb l'objectiu de reduir la quantitat d'aigua, l'energia, els productes químics per la fabricació del producte, i reduir també els residus que es produeixen. És l'anomenat Índex de Higgs.

Igual que molts programes de "química verda", utilitzen les dades de laboratori sobre els productes químics que, en concentracions suficients, poden danyar els organismes.

Avui en dia, però, ningú ha fet encara recerques científiques que demostrin que aquest enfocament redueix les emissions i els efectes de les fibres ja que sense més investigació, aquests programes de química verda poden encoratjar a les empreses a abandonar les substàncies químiques més antigues que són més propenses a ser considerades com a perilloses, simplement perquè s'han investigat més, i reemplaçar-les amb nous productes químics que no tenen perquè ser més segurs.

Les proves de laboratori són insuficients perquè no poden reproduir la complexa barreja de productes químics que es troben en les fibres a la natura.

Una nova associació entre el govern i la indústria per reduir la contaminació de la fibra de roba seria finançar més investigació i establir les normes de precaució.

També es necessitaria que els fabricants de roba i els fabricants de rentadores a treballessin junts de manera coordinada per tal de prendre decisions ecològicament racionals pel que fa als materials i a les tecnologies ja que potser alterant la força de la rentadora, les formes en que estan teixits els materials, és a dir la roba, i el tipus de filtre de la rentadora es podria reduir l'emissió de fibres durant el rentat. En aquest moment, només podem formular la hipòtesi sobre el que podria reduir el vessament de fibres durant el rentat. Per esbrinar això però, es necessita que es facin certes proves que de moment no s'estan fent.

Tant pel que fa a les microfibrilles com a les microesferes, la conscienciació de la població és vital. Segons el New York Times, «el programa d'or» seria un programa d'etiquetatge per les empreses per tal d'assenyalar el seu compliment ecològic. Un canvi tant petit podria marcar una gran diferència.

6.3 Activitats i propostes didàctiques

L'apartat anterior ens ajuda a ser optimistes i a veure que val la pena fer campanyes per tal d'aconseguir una conscienciació de la societat i així arribar als governs els qual podran subvencionar recerques i promoure una legislació.

Conscienciar als nens i als joves crec que és molt importat perquè serem els protagonistes del futur i era també un dels objectius del treball.

A part de les campanyes comentades a la primera secció en alguns països també s'han fet programes de conscienciació pels més petits. Per exemple, al zoo de Bristol el passat Juny va dur a terme una campanya sobre els plàstics en general per tal d'augmentar-ne la conscienciació. A l'apartat marí però, es van organitzar unes activitats al voltant dels microplàstics a on els nens podien observar de prop els microplàstics dels exfoliants facials gràcies a uns microscopis. També els hi ensenyaven un vídeo de plàncton menjant microplàstics en una tauleta digital. A més, per fomentar la neteja de les platges i evitar que s'hi tirin més residus, es va omplir un sorral amb deixalles de plàstic de la platja i es va dir als nens que en recollissin tantes com en poguessin en un minut.

Aquestes són unes molt bones activitats didàctiques que s'haurien de dur a terme a més llocs.

En aquest apartat he fet una adaptació de les parts pràctiques d'aquest treball com a propostes didàctiques per fer a les escoles o a algun centre d'observació marina per tal de conscienciar els més petits.

Pràctica 1 - Microplàstics a l'armari

Aquesta pràctica es podria realitzar de manera que es demanés als nens que triessin tres o quatre peces de roba del seu armari, en miressin l'etiqueta i n'apuntesin la composició. Posteriorment a classe es faria una posada en comú comentant les composicions.

L'activitat també es podria fer directament a la classe mirant l'etiqueta de la samarreta o dels pantalons que porten posats al moment. Així podrien veure quants d'ells per exemple, porten roba amb microplàstics.

Practica 2 - Contingut de microplàstics als ingredients dels exfoliants

De la mateixa manera que es fa amb les etiquetes de la roba, es podria demanar als nens que miressin a casa seva si tenen algun tipus d'exfoliant, si és així, que en mirin l'etiqueta i hi busquin entre els ingredients si hi diu el terme polietilè. Posteriorment fer la posada en comú a classe. També podrien fer una foto de l'etiqueta imprimir-la i endur-se-la.

Pràctica 3 - Rentadora

L'extracció d'aigua de la rentadora és un procés una mica complicat i per això el que proposo és una adaptació amb l'objectiu de que els nens vegin que al rentar una peça de roba es desprenen fibres. Per això en grups haurien agafar un cossi i posar-hi mica d'aigua (la suficient per a rentar les peces) i fregar durant una bona estona alguna peça de roba que

podria ser un forro polar o bé uns mitjons. Posteriorment treure la roba del cossi, remenar l'aigua i agafar una mostra d'aigua no massa gran (d'uns 0'3L) i filtrar-la. Finalment observar els resultats al microscopi.

Pràctica 4 – Observació microfibras

Des d'un principi vaig pensar que aquesta pràctica seria ideal per fer amb nens. És molt senzilla però alhora dona uns bons resultats. Pel que fa al procediment no li cal cap mena d'adaptació, només seguir els procediments indicats a la part pràctica del treball.

A part de per observar fibres de polièster com he fet jo, es podrien observar seguint els mateixos passos tot tipus de fibres de la roba i fer-ne unes comparacions.

Pràctica 5 – Anàlisi de microplàstics als exfoliants

En aquesta pràctica jo vaig fer servir mètodes una mica més complicats per tal d'accelerar el procés però es podria fer perfectament amb una filtració senzilla tal i com es va fer a la pràctica de les microfibras. Només s'haurien de seguir els procediments explicats d'aquesta pràctica i a l'hora de la filtració utilitzar simplement el paper de filtre i deixar-ho filtrant fins l'endemà. Un cop filtrat els nens podran observar de ben a prop com són els microplàstics d'aquells productes que es fan servir per netejar la pell.

7. CONCLUSIONS

En aquest capítol comento les conclusions a les que he arribat en aquest treball, en especial en relació als objectius i hipòtesis. Les he organitzat en vuit punts:

1. Els microplàstics són unes partícules de plàstic molt petites de menys de 5 mil·límetres. Segons el seu origen podem distingir microplàstics primaris i microplàstics secundaris. Els primers han estat fabricats amb la intenció de tenir aquesta mida i els segons han estat el resultat de la degradació de plàstics de mida superior.

La principal preocupació és que per diferents vies poden arribar al mar a on juntament amb aquells microplàstics provinents de la degradació de plàstics de dimensions majors, estaran exposats als organismes i els hi podran causar problemes pel que fa a la salut.

2. Els microplàstics poden ser el resultat d'una gran quantitat de processos, però n'hi ha dos que ens toquen de molt a prop i que ens responsabilitzen d'una part del problema. Per una banda hi ha els microplàstics o microsferes, presents a molts productes d'higiene o cosmètics. Aquests han substituït als productes naturals utilitzats anteriorment i majoritàriament contenen partícules de polietilè que, després de la seva utilització se'n aniran pel desaigüe. Per altra banda hi ha els plàstics en forma de microfibra: són aquells plàstics que constitueixen la roba, majoritàriament microfibras de polièster. Es desprenen de la roba en les rentades i també se n'aniran pel desaigüe. En els dos casos, l'aigua residual amb els microplàstics es dirigirà cap a les plantes de tractament on no hi ha mètodes prou eficaços per tal de retenir-los i impedir que arribin al mar. D'aquesta manera estem contribuint de forma molt directa a l'acumulació d'aquests als mars i oceans.

3. Pel que fa a la localització, tant als mars com als oceans s'hi poden trobar zones d'altres i baixes concentracions de microplàstics. Les zones d'altres concentracions són les anomenades «punts calents» i s'acostumen a trobar als girs oceànics, a zones industrials costaneres, a llocs amb una massiva acumulació de plàstics, com a l'illa de plàstics del Pacífic, i als ports de les grans ciutats on s'hi produeixen molts residus.

Cada plàstic en funció de la seva densitat es situarà en una posició de la columna d'aigua i estaran a l'abast d'uns organismes o d'uns altres. El polietilè per exemple, té una densitat menor que l'aigua i flotarà, estant així també a l'abast dels ocells que s'alimenten a la superfície de l'aigua.

4. Un cop han arribat al mar, es produeix el **problema**: els microplàstics arriben a l'interior dels organismes com a conseqüència d'una exposició externa, en entrar a través de les brànquies, o interna, com a conseqüència de la seva ingesta. Així, es van bioacumulant a través de la cadena alimentària sent transmesos d'un nivell tròfic a l'altre. Nosaltres, estem al final d'aquesta cadena i per tant ens si ens mengem un peix que ha consumit microplàstics aquests arribaran a l'interior del nostre organisme.

5. Les conseqüències que aquests poden tenir tant pel que fa als organismes marins, als animals que s'alimenten d'aquests i a nosaltres, no estan molt clares i es necessitarien molt més estudis per tal d'arribar a una conclusió definitiva. Tot i això, tot indica que poden ser molt perjudicials. Sobre tot les d'aquells que es troben al mar.

A més, tot i que la simple ingesta de plàstic ja és perillosa, ja que petites partícules es poden quedar circulant durant mesos i mesos a l'interior dels organismes i moltes vegades ja porten additius perillosos, s'ha demostrat que els plàstics durant la seva degradació al medi marí, poden actuar com un vector per al transport de components químics tòxics com els contaminants orgànics persistents (COP). La ingesta de microplàstics que han absorbit contaminants no assegura que aquests components tòxics siguin un perill real per a l'organisme (ja que s'han de complir una sèrie de requisits), però si això es demostra les conseqüències a llarg plaç poden arribar a ser molt greus i potser fins i tot irremediables. Els COP s'han relacionat amb anomalies en el comportament i els defectes de naixement d'alguns ocells, peixos i mamífers. En les persones, s'han lligat a conseqüències adverses a la salut pel que fa a la reproducció, al desenvolupament, al comportament, a aspectes neurològics, a aspectes endocrins i immunològics.

6. L'estudi de casos concrets m'ha portat a confirmar el que ja vaig veure al posar-me a fer la recerca. Es necessiten més dades, més recerques i investigacions sobretot a llarg plaç, ja que les dades no són clares. Tot i això, és clar que: els microplàstics han arribat massa lluny, més del que ens pensem, i es troben en una quantitat molt gran d'organismes.

Tots els articles estudiats porten a pensar que la resposta a l'enigma dels plàstics perduts, sobre on són tots aquells plàstics que haurien d'estar a l'oceà però no es troben, és: els plàstics són a dins dels organismes i a les profunditats. Això mostra la gravetat del problema que se'ns ha escapat de les mans, els plàstics estan arribant en àrees molt allunyades dels focus d'emissió. He conegut el cas de el rorqual comú, una balena del nostre mar, el Mediterrani, en la que s'hi han trobat substàncies químiques tòxiques portades pels plàstics cosa que m'ha fet pensar en la gran quantitat d'organismes que ingereixen microplàstics al Mediterrani dels quals no en tenim constància. El cas de la perxa, encara que hagi estat acusat de frau científic, crec que té una part de cert i que si realment les larves de perxa substitueixen el seu menjar natural pels microplàstics menjant-ne grans quantitats i això els hi provoca una vulnerabilitat davant dels seus depredadors, és a dir, són depredades més fàcilment, les conseqüències a llarg plaç poden ser molt greus.

7. La realització de la part pràctica m'ha permès comprovar la presència de microplàstics al meu voltant en productes tan comuns com exfoliants (facials, de mans i corporals) i la roba podent verificar així la primera hipòtesi plantejada:

H1: Hi ha microplàstics en productes d'ús ben habitual, com per exemple els cosmètics o productes d'higiene, que després de passar per les nostres mans, van a parar al mar. .

He pogut comprovar que realment sortia una gran quantitat de fibres barrejades amb l'aigua residual. Tot i que vaig fer un recompte molt aproximat que es va quedar lluny de les dades proporcionades per Marmajade/OceanClean Wash i les dels estudis de Heather Leslie, tot i això els números ja eren astronòmics. Vaig estimar que: en cada rentada es despendrien 363.333 microfibrilles, gairebé 1'5 M setmanalment i uns 75'5 M anualment. Evidentment no totes serien de plàstic però tenint en compte que en una de les altres parts pràctiques vaig trobar un elevat percentatge de roba al meu armari que contenia microplàstics, i que vaig trobar fibres del mateix color que les peces de roba 100% polièster a les mostres, la presència de microplàstics en l'aigua residual era segura.

Pel que fa a l'extracció directa de polièster d'un forro polar, vaig poder veure com les fibres observades de prop eren filets molt primis i llargs a diferència de les observades en l'anàlisi de l'aigua residual de la rentadora que eren molt més curtes.

En la observació i comparació dels microplàstics de 4 exfoliants diferents vaig veure al microscopi com s'assemblen entre ells, tots força translúcids no massa grans, encara que els d'uns productes eren una mica més petits que els altres, s'assemblaven molt i tenien una forma totalment irregular. Així doncs, no hi havia grans diferències entre els microplàstics dels diferents tipus de productes encara que fossin per parts del cos diferents. En dos dels productes també hi havien exfoliants naturals, de manera molt minoritària respecte els plàstics, però vaig comprovar així com encara no s'han deixat d'utilitzar del tot.

Finalment la pràctica en la qual vaig comparar el percentatge d'exfoliants facials que contenien microplàstics entre una superfície comercial d'Anglaterra i una de Catalunya, em va portar a pensar que potser aquí el consum de microplàstics és menor i que és per això que no es coneix tant el tema. Tot i això, si mirem el contingut en microplàstics del nostre mar és escandalós. S'hi han trobat concentracions semblants a les trobades als punts calents del Pacífic el que suggereix que els organismes que viuen al Mediterrani i també nosaltres estem exposats a una quantitat relativament gran de microplàstics.

8. Per conscienciar a la societat i fer pressió al govern per tal que apliqui lleis que prohibeixin els microplàstics s'han dut a terme un gran nombre de campanyes dues de les quals i potser unes de les més importants són «Beat the Microbeat», pel que fa a les microesferes, i «Ocean Clean Wash», pel que fa a les microfibrilles. Les dos pertanyents a la fundació contra el plàstic «The Plastic Soup Foundation». Amb l'ajut de les campanyes, en els últims anys la legislació ha evolucionat. De cara al 2017 i 2018 es preveu que alguns països i estats prohibeixin la producció i venda de les microesferes als cosmètics. Altres estats ja ho estan fent. Pel que fa a les microfibrilles la cosa està molt més endarrerida i encara no s'ha trobat una solució prou eficient.

He pogut confirmar així la segona hipòtesi plantejada:

H2: La conscienciació i la legislació corresponent no és la mateixa en tots els països, sinó que hi ha grans diferències.

Després de confirmar les hipòtesis m'ha semblat que una bona manera d'acabar el treball seria esbossant unes propostes. Així doncs, finalment he explicat com adaptaria la part pràctica realitzada en forma de propostes didàctiques per tal de millorar la conscienciació a Catalunya, l'últim dels meus objectius.

En definitiva, aquest treball m'ha portat a reconèixer la magnitud del problema generat pels microplàstics al que hi estem contribuint i com això ens pot passar factura. S'han de fer més campanyes per tal de promoure legislacions i conscienciar la societat.

El treball m'ha interessat i motivat molt. Hagués pogut ser encara molt més llarg ja que em queden moltes ganes d'aprendre i aprofundir en més detalls. Sobretot m'hagués encantat realitzar les propostes didàctiques amb nens i veure que en pensaven i com reaccionaven.

Fer activitats de conscienciació no costa tant i poden salvar el planeta.

8. AGRAÏMENTS

En primer lloc, vull agrair la meva tutora del Treball de Recerca, per la seva orientació, ajuda i motivació que han estat essencials.

També agraeixo la col·laboració de la doctora Laura Robinson i la investigadora Eleni Michalopoulou, de la Universitat de Bristol, per l'interès cap al meu treball, l'amabilitat i predisposició.

Per últim, vull agrair molt especialment el suport a totes les persones que m'han estat al costat durant la realització d'aquest treball: a la família i als amics.

9. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

9.1 Bibliografia

1. Albert A. Koelmans. *Modeling the Role of Microplastics in Bioaccumulation of Organic Chemicals to Marine Aquatic Organisms*. A Critical Review. 2015 (toxicitat)
2. EFSA CONTAM panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain) Statement on the presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus in seafood, 2016. (fulls llargs impres)
3. Taylor, M., Gwinnet, C., Robinson, L.F., & Woodall, L.C. *Plastic microfibre ingestion by deep-sea organisms*. Scientific Reports, 6, (33997). DOI: 10.1038/srep33997. (2016).
4. Maria Cristina Fossi, Cristina Panti, Cristiana Guerranti, Daniele Coppola, Matteo Giannetti, Letizia Marsili, Roberta Minutoli. *Are baleen whales exposed to the threat of microplastics? A case study of the Mediterranean fin whale (Balaenoptera physalus)*. Marine pollution bulletin. (2012)
5. Lisa S. Fedall, Mary A. Sewell. *Contributing to marine pollution by washing your face: Microplastics in facial cleansers*. Marine Pollution Bulletin. 2009
6. Julie Masura, Joel Baker, Gregory Foster and Courtney Arthur. *Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment*. NOAA Marine Debris Division. 2015
7. Peter Kershaw. *Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: A global assessment*. GESAMP. 2015
8. Kevin Thomas, Kristoffer Næs. *Microplastics in marine environments: Occurrence, distribution and effects*. Norwegian Institute for Water Research. 2014
9. Carsten Lassen, Steffen Foss Hansen, Kerstin Magnusson, Fredrik Norén, Nanna Isabella Bloch Hartmann, Pernille Rehne Jensen, Torkel Gissel Nielsen, Anna Brinch. *Microplastics - Occurrence, effects and sources of releases to the environment in Denmark*. The Danish Environmental Protection Agency. 2015
10. Kerstin Magnusson, Karin Eliasson, Anna Fråne, Kalle Haikonen, Johan Hultén, Mikael Olshammar, Johanna Stadmark, Anais Voisin. *Swedish sources and pathways for microplastics to the marine environment*. Swedish Environmental Protection Agency. 2016
11. Stephanie L. Wright a, Richard C. Thompson b, Tamara S. Galloway. *The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review*. Environmental Pollution. 2013
12. Dr. Judith Weis, Ph.D., et al. *Human Health Impacts of Microplastics and Nanoplastics*. NJDEP-Science Advisory Board. 2015

13. Samantha Haab i Kimberly Haab. *The Environmental Impacts of Microplastics: An Investigation of Microplastic Pollution in North Country Waterbodies*. Biology Department St. Lawrence University (NY). 2015
14. Peter Sundt, Per-Erik Schulze, Frode Syversen. *Sources of microplastics-pollution to the marine environmnet*. Norwegian Environment Agency. 2014
15. Lisbeth Van Cauwenberghe, Michiel Claessens, Michiel B. Vandegehuchte, Colin R. Janssen. *Microplastics are taken up by mussels (Mytilus edulis) and lugworms (Arenicola marina) living in natural habitats*. Environmental Pollution. 2015
16. Anthony L. Andrady. *Persistence of Plastic Litter in the Oceans*. North Carolina State University. 2015
17. M. Cristina Fossi. *Are macro and micro-plastics impacting marine organims in de Pelagos Sanctuary?*. Università di Siena. 2014
18. Marcus Eriksen, et alt. *Plastic pollution in the South Pacific subtropical gyre*. Marine Pollution Bulletin. 2013
20. U. Pirc, M. Vidmar, A. Mozer, A. Kržan. *Emissions of microplastic fibers from microfiber fleece during domestic washing*. Published with open access at Springerlink.com. 2016
21. *Plastics – the Facts 2016 An analysis of European plastics production, demand and waste data*. PlasticEurope, Association of Plastics Manufacturers. 2016
22. Melanie Bergmann, Lars Gutow, Michael Klages . *Marine Anthropogenic Litter*. <http://link.springer.com>. 2015

9.2 Vídeos

1. Microplàstics als productes d'higiene. Publicat a [ABCTVCatalyst](#) el **15 de març 2016**
<https://www.youtube.com/watch?v=UpGt5L3GC7o>
2. Plàncton i plàstics a l'oceà. Publicat pel canal [Emily Driscoll](#) el **25 de maig 2015**
<https://www.youtube.com/watch?v=svPaTOjtxJ8>
3. Microplàstics a l'oceà. Publicat pel canal [Vancouver Aquarium](#) el 15 d'abril de 2015
<https://www.youtube.com/watch?v=5dFQ8W5qAYc>
4. Oceanic microplastics, the implications of pollution. Publicat a la pàgina web «oceanic explorer» el 21 de Maig del 2016.
<https://oceanicexplorer.wordpress.com/2014/05/31/oceanic-microplastics-the-implications-of-tiny-pollution/>

9.3 Notícies

1. BBC. «Microplastics in cosmetics damaging marine life» (els microplàstics dels cosmètics dent malbé la vida marina) el 13 de Març de 2015 per Abigail Neal reports.
<http://www.bbc.com/news/uk-wales-31880720>
2. INDEPENDENT: Microplastics in the sea a growing threat to human health, United Nations warns. More than a quarter of fish in markets in Indonesia and California contain plastic particles [Katie Forster](#) Saturday 21 May 2016
<http://www.independent.co.uk/environment/microplastics-microbeads-ocean-sea-serious-health-risks-united-nations-warns-a7041036.html>
3. BBC: Plàstic oceans: what do we know? (Plàstics als oceans: què en sabem?) 1 d'octubre del 2015.
<http://www.bbc.com/news/science-environment-34414710>
4. BBC: Fish eat plastic like teens eat fast food, researchers say. (Els investigadors diuen que els peixos mengen plàstic com els adolescents menjar ràpid) 2 de juny del 2015.
<http://www.bbc.com/news/science-environment-36435288>
5. La Vanguardia: Setge als microplàstics dels cosmètics. 3 d'octubre del 2016.
<http://www.lavanguardia.com/edicion-impresa/20161003/41741661367/setge-als-microplastics-dels-cosmetics.html>
6. La Vanguardia: Demanen la prohibició de microplàstics en productes com les pastes de dents. 18 de setembre del 2015.
<http://www.lavanguardia.com/natural/20150918/54436619947/alerta-cientifica-por-el-uso-masivo-de-microplasticos-que-contaminan-los-oceanos.html>
7. The Guardian: How are cloths poisoning our ocean and food sulppy? (Com la roba esta enverinant el nostre oceà el subministrament de menjar?) 20 de juny del 2016.
<https://www.theguardian.com/environment/2016/jun/20/microfibers-plastic-pollution-oceans-patagonia-synthetic-clothes-microbeads>

9.4 Webs

Plàstics fotodegradables

<https://lectoracorrent.blogspot.com.es/2008/11/bosses-de-plstic-fotodegradables-no.html>

Plàstics oxodegradables

<http://www.bolsabiodegradable.es/bolsas-plastico-oxodegradables-ecologicas.html>

<http://pprc.org/index.php/2012/p2-rapid/oxo-degradable-bags/>

Plàstics biodegradables

<https://translate.google.es/translate?hl=ca&sl=es&u=http://www.ocio.net/estilo-de-vida/ecologismo/que-son-los-plasticos-biodegradables/&prev=search>

<http://vivirsinplastico.com/plasticos-biodegradables/>

Microplàstics a la roba

http://www.nytimes.com/2015/11/29/opinion/sunday/what-comes-out-in-the-wash.html?_r=0

<https://www.racocatala.cat/forums/fil/204555/nostra-rentadora-dels-principals-focus-contaminacio-dels-mars>

Microplàstics al mar

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X12006224>

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X11003055>

<https://oceanicexplorer.wordpress.com/2012/09/18/where-do-our-plastics-come-from-and-how-do-they-affect-the-ocean/>

Interacció dels microplàstics amb els organismes

Quins efectes poden causar?

http://www.nytimes.com/2015/11/29/opinion/sunday/what-comes-out-in-the-wash.html?_r=0

<https://www.racocatala.cat/forums/fil/204555/nostra-rentadora-dels-principals-focus-contaminacio-dels-mars>

Casos concrets basats en estudis

<http://www.bbc.com/news/science-environment-36435288>.

Efectes a la salut humana

<https://www.epa.gov/international-cooperation/persistent-organic-pollutants-global-issue-global-response>

Legislació i campanyes

<http://www.plasticsoupfoundation.org/en/>

<http://oceancleanwash.org/>

<https://www.beatthemicrobead.org/>

10. ANNEXES

Annex 1 - Trobada amb la Dra. Laura Robinson i la investigadora Eleni Michalopoulou.

Mentre feia la recerca d'informació del treball vaig anar a parar a una notícia de la Universitat de Bristol on es publicava que un recent estudi havia trobat microfibrilles a l'interior d'organismes marins a les profunditats. Vaig pensar que era molt interessant i em vaig guardar per tal d'extreure'n informació.

Va donar la casualitat que tenia uns tiets vivint a Anglaterra, concretament a Bristol i que els anàvem a visitar al cap d'uns mesos. Així, vaig tornar a obrir l'article per veure si podia contactar amb algun dels investigadors que havien col·laborat en l'estudi. Vaig trobar que una de les investigadores era la Dra. Laura Robinson, professora del departament de geoquímica a la Universitat de Bristol.

Tot i que no les tenia totes, ja que vaig pensar que segurament estaria molt ocupada, li vaig enviar un e-mail presentant-me, explicant-li el meu treball i proposant de fer-li una visita quan anés a Bristol i així fer-li algunes preguntes. Em va respondre l'e-mail i em va convidar a una conferència que tenia previst fer just a les dates que jo estava a Bristol pensant que em podria interessar.

Així anunciaven la conferència a les xarxes socials::

«Come join us to hear about the environmental issues surrounding PLASTIC use and how groups in Bristol are trying to tackle it. FREE and everyone welcome, last Engage Cafe this term. (Also FREE SNACKS). Speakers include Laura Robinson who is a Professor of Geochemistry, member of the Cabot institute and has recently published a paper of plastic ingestion in deep sea animals; Eleni Michalopoulou who has research on plastics and a member of Refill Bristol who are campaigning to reduce the number of non reusable plastic water bottles.»

A la conferència ella va parlar de l'estudi de microfibrilles (entre les quals hi havien microplàstics) que havia fet amb els seus companys i va dir que tot i que fins llavors no coneixia el tema li semblava que els plàstics havien arribat molt lluny. Abans de començar la xerrada ens va explicar que ella intentava vestir amb roba lliure de microplàstics però que era molt difícil. Ens va fer pensar en el que portàvem posat i el fet de que gairebé segur tots portàvem fibres de plàstics posades.

En aquesta conferència també hi va parlar una altra noia, l'estudiant de doctorat Eleni Michalopoulou. Ella va parlar una mica més dels plàstics en general i de com aquests mataven a molts més organismes dels que ens pensem en el medi marí. Havia estudiat les causes de mort d'alguns dofins i en molts d'ells la mort era produïda per culpa de la ingesta de grans plàstics. Altres però, tot i contenir plàstics a l'organisme havien mort per càncer, cosa que

portava a pensar que els plàstics potser hi havien tingut alguna cosa a veure, fent referència a la seva perillositat.

En acabar la conferència vaig estar comentant el tema amb elles explicant com jo i molta gent de Catalunya desconeixia el tema. Els vaig parlar del meu treball i l'Eleni em va convidar a prendre alguna cosa tot parlant del treball de manera que així em podria fer recomanacions. Així, vaig quedar amb ella i em va donar la idea de fer la pràctica de la rentadora per tal de veure les fibres que es deprenien de la roba.



Parlant amb la Eleni Michalopoulou (a l'esquerra de tot) i la Laura Robinson (al seu costat) en acabar la conferència.



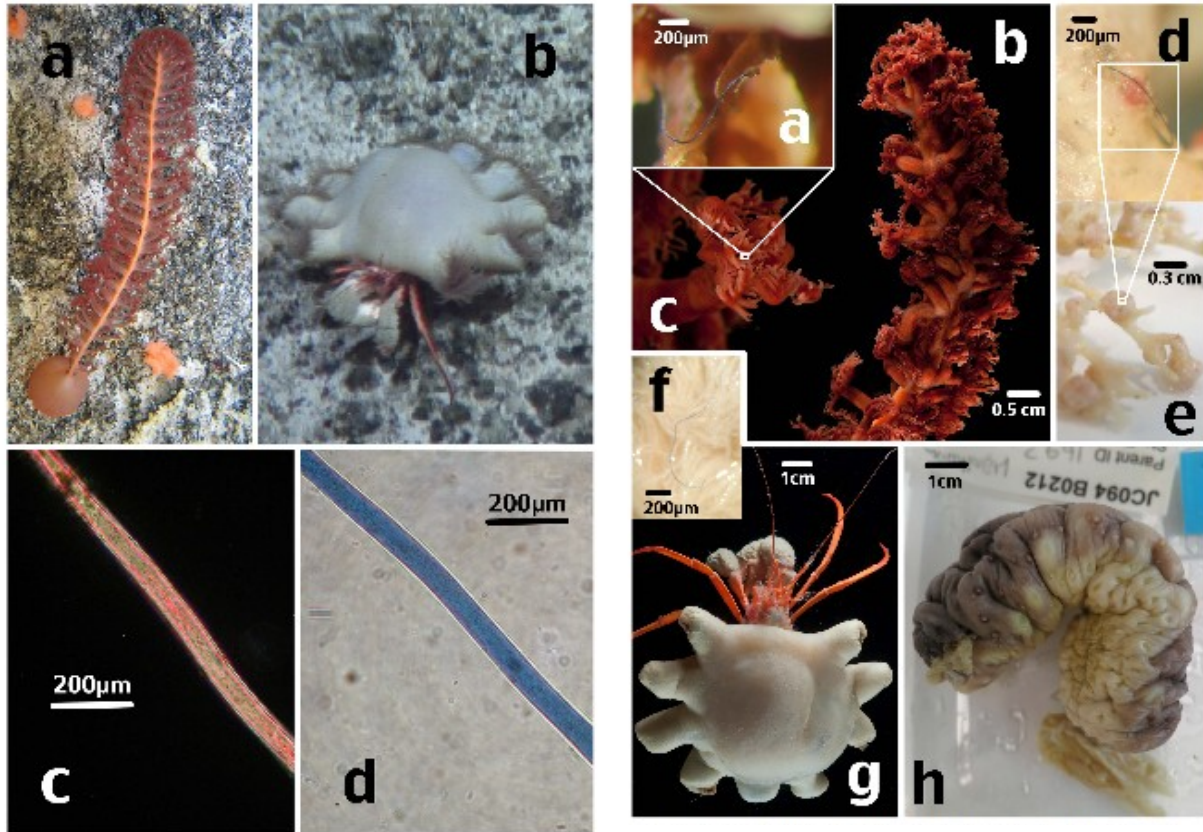
Moments abans de la conferència

EXTREME LITTER PICKING:
Observations from the bottom
of the sea

With special thanks to Lucy Woodall, Michelle Taylor and Joe Walsh

Primera diapositiva del power point de la Laura Robinson

Annex 2 – Imatges dels organismes i les fibres de les profunditats.



Microorganismes que contenen fibres amb les fibres detectades.

Annex 3 – Fotos articles dels casos concrets

<p>1. Article de les microfibrilles en organismes de les profunditats marines.</p>	<p>2. Article de les larves de perxa</p>
 <p>SCIENTIFIC REPORTS</p> <p>OPEN Plastic microfibre ingestion by deep-sea organisms</p> <p>M. L. Taylor¹, C. Gwinnett², L. F. Robinson³ & L. C. Woodall^{1,4}</p> <p>Plastic waste is a distinctive indicator of the world-wide impact of anthropogenic activities. Both macro- and micro-plastics are found in the ocean, but as yet little is known about their ultimate fate and their impact on marine ecosystems. In this study we present the first evidence that microplastics are already becoming integrated into deep-water organisms. By examining organisms that live on the deep-sea floor we show that plastic microfibrils are ingested and internalised by members of at least three major phyla with different feeding mechanisms. These results demonstrate that, despite its remote location, the deep sea and its fragile habitats are already being exposed to human waste to the extent that diverse organisms are ingesting microplastics.</p> <p>Received: 13 May 2016 Accepted: 01 September 2016 Published: 30 September 2016</p>	 <p>BBC NEWS</p> <p>Science & Environment</p> <p>Fish eat plastic like teens eat fast food, researchers say</p> <p>By Matt McGrath Environment correspondent</p> <p>2 June 2016 Science & Environment</p>  <p>A Danish fish larva that has ingested tiny plastic particles</p> <p>Top Stories</p> <ul style="list-style-type: none"> UK 'won't lie down' over Brexit trade (6 minutes ago) France holds Middle East peace summit (21 minutes ago) The 'Greatest Show on Earth' to close (5 hours ago) <p>Features & Analysis</p> <ul style="list-style-type: none"> A lifeline slips away: A 22-year-old with cancer reflects on life after Christmas
<p>3. Article rorqual comú (<i>Balenoptera physalus</i>)</p>	<p>4. Article musclos i arenícoles marines</p>
 <p>Marine Pollution Bulletin</p> <p>journal homepage: www.elsevier.com/locate/marpolbul</p> <p>Are baleen whales exposed to the threat of microplastics? A case study of the Mediterranean fin whale (<i>Balaenoptera physalus</i>)</p> <p>Maria Cristina Fossi^{a,b}, Cristina Pantì^b, Cristiana Guerranti^a, Daniele Coppola^a, Matteo Giannetti^{a,b}, Letizia Marsili^a, Roberta Minutoli^a</p> <p>^aDepartment of Environmental Science, University of Siena, Via P.A. Mattioli, 4, 53100 Siena, Italy ^bDepartment of Evolutionary Biology, University of Siena, Via A. Moro 2, 53100 Siena, Italy ^cDepartment of Animal Biology and Marine Ecology, University of Messina, Viale F. Stagno Orlandini, 31, 98166 Messina, Italy</p> <p>ARTICLE INFO</p> <p>Keywords: Microplastic particles, Mediterranean Sea, Neutrons, Surface plankton, Phthalates, Fin whale</p> <p>ABSTRACT</p> <p>Baleen whales are potentially exposed to micro-litter ingestion as a result of their filter-feeding activity. However, the impacts of microplastics on baleen whales are largely unknown. In this case study of the Mediterranean fin whale (<i>Balaenoptera physalus</i>), we explore the toxicological effects of microplastics on myocytes. The study included the following three steps: (1) the collection/count of microplastics in the Pelagos Sanctuary (Mediterranean Sea), (2) the detection of phthalates in surface neustonic/planktonic samples, and (3) the detection of phthalates in stranded fin whales. A total of 563 of the surface neustonic/planktonic samples contained microplastic particles. The highest abundance of microplastics (853 items m⁻³) was found in the Protodon MP4 (Ligurian Sea). High concentrations of phthalates (DEHP and MEHP) were detected in the neustonic/planktonic samples. The concentrations of MEHP found in the blubber of stranded fin whales suggested that phthalates could serve as a tracer of the intake of microplastics. The results of this study represent the first warning of this emerging threat to baleen whales.</p> <p>© 2012 Elsevier Ltd. All rights reserved.</p>	 <p>Environmental Pollution</p> <p>journal homepage: www.elsevier.com/locate/envpol</p> <p>Microplastics are taken up by mussels (<i>Mytilus edulis</i>) and lugworms (<i>Arenicola marina</i>) living in natural habitats</p> <p>Lisbeth Van Cauwenberghé^{a,1}, Michiel Claessens^{a,1}, Michiel B. Van de Gucht^{a,2}, Colin R. Janssen</p> <p>^a Ghent University (UGent), Laboratory of Environmental Toxicology and Aquatic Ecology, Environmental Toxicology Unit (Onderzoek), Coupure links 653, 9000 Ghent, Belgium</p> <p>ARTICLE INFO</p> <p>Keywords: Microplastics, <i>Mytilus edulis</i>, <i>Arenicola marina</i>, Selective uptake, Tissue concentrations, Field conditions</p> <p>ABSTRACT</p> <p>We studied the uptake of microplastics under field conditions. At six locations along the French–Belgian–Dutch coastline we collected two species of marine invertebrates representing different feeding strategies: the blue mussel <i>Mytilus edulis</i> (filter feeder) and the lugworm <i>Arenicola marina</i> (deposit feeder). Additional laboratory experiments were performed to assess possible (adverse) effects of ingestion and translocation of microplastics on the energy metabolism (cellular energy allocation) of these species. Microplastics were present in all organisms collected in the field, on average 10.2 (0.3 microplastics g⁻¹ <i>M. edulis</i>) and 12.2 (2.9 particles g⁻¹ <i>A. marina</i>) in a proof of principle laboratory experiment, mussels and lugworms exposed to high concentrations of polystyrene microspheres (110 particles ml⁻¹ seawater and 110 particles g⁻¹ sediment, respectively) showed no significant adverse effects on the organisms' overall energy budget. The results are discussed in the context of possible risks as a result of the possible transfer of adsorbed contaminants.</p> <p>© 2015 Elsevier Ltd. All rights reserved.</p>

Annex 4 - Recull d'imatges de campanyes i divulgació en premsa

1 The Florida Microplastic Awareness Project
Be Plastic Aware!

Setembre 2015
Agost 2016

<http://plasticaware.org>

September is
**MICROPLASTIC
AWARENESS
MONTH**

Sea Grant
Florida
UF | IFAS Extension
UNIVERSITY OF FLORIDA

Florida Microplastic
AWARENESS PROJECT

Microplastics by the numbers

Florida's coastal water has
7.6
pieces of plastic
per liter

90%
of coastal water
samples contain at
least one piece of
plastic

Microplastics are less
than **5 mm**
in size

Do your part to
reduce plastic
waste
bit.ly/plasticpledge

Animals eat
microplastics

www.plasticaware.org



<http://plasticfreeseas.org/campaigns.html>



IF YOU NEED A
Plastic Straw
WITH YOUR DRINK ...
PLEASE ASK FOR ONE
如您需要使用塑膠飲管請主動要求索取

WE ARE CHOOSING TO ONLY GIVE OUT STRAWS ON REQUEST BECAUSE PLASTIC STRAWS:
我們選擇在顧客要求下才提供飲管，因為塑膠飲管：

- can be found littering and polluting Hong Kong's coastal waters and beaches
可能變成海洋及海岸上的垃圾，造成環境污染
- are often ingested by marine life
常被海洋生物誤食
- will last longer in our environment than we will
留在環境的時間比人還要長

As a result of this new policy, thousands of straws will be saved from going to landfill.
而此舉將大大減少被運往堆填區的塑膠飲管數量。

 **PLASTIC FREE SEAS**
無塑海洋
WWW.PLASTICFREESSEAS.ORG

4 **Plastic on the Menu? What You Need to Know about Microplastic**

Setembre 2016

<https://www.norwexmovement.com/fish-eat-plastic/>



5 Les espècies més perilloses del Mediterrani.

Estiu 2006

Generalitat de Catalunya.



Campanya per fomentar la neteja del mar, en què l'estratègia va ser presentar la brossa com una amenaça. Els residus es van convertir en les espècies més perilloses del Mediterrani, en una gràfica que es va estendre a l'entorn urbà i ha estat sol·licitada per països com Itàlia, Turquia i Oceania, que l'han fet seva.

<http://www.surfrider.org/coastal-blog/entry/new-rise-above-plastics-print-psas-from-pollinate>



WHAT GOES IN THE OCEAN GOES IN YOU.

RECENT STUDIES ESTIMATE THAT FISH OFF THE WEST COAST INGEST
OVER 12,000 TONS OF PLASTIC A YEAR. FIND OUT HOW YOU CAN HELP
TURN THE TIDE ON PLASTIC POLLUTION AT WWW.SURFRIDER.ORG/RAP

SURFRIDER and the SURFRIDER LOGO are registered service marks of Surfrider Foundation.
Copyright © 2011 Surfrider Foundation. All rights reserved.
Source: Davison, J. (Asch) PE (2011) Plastic ingestion by macroalgae: fishes in the North Pacific
Subtropical Open Sea. Mar Sci Prog Ser 402:115-130



<http://www.surfrider.org/coastal-blog/entry/new-rise-above-plastics-print-psas-from-pollinate>



RISE ABOVE PLASTICS.

FIND OUT HOW YOU CAN HELP TURN THE TIDE ON
PLASTIC POLLUTION AT WWW.SURFRIDER.ORG/RAP

SURFRIDER and the SURFRIDER LOGO are registered service marks of Surfrider Foundation.
Copyright © 2011 Surfrider Foundation. All rights reserved.
Photography by Chris Jordan.



<http://www.ottawariverkeeper.ca/working-together-we-did-it/>



9 Get Rid of Microbeads with the 5 Gyres Campaign

Juny 2016

<https://recycledinteriors.org/sustainable-decorating-ideas/get-rid-microbeads-5-gyres-campaign/>



1/4 OF FISH CONTAINED *Plastic*

One quarter of the fish sampled from fish markets in California and Indonesia contained plastic pieces and fibers in their guts.

source: <http://www.nature.com/articles/srep14340>

5GYRES.ORG

10 Zooming in on the Five Types of Microplastics

Novembre 2016

<http://www.waterkeeper.ca/blog/2016/11/15/zooming-in-on-the-five-types-of-microplastics>

KNOW YOUR MICROPLASTICS

MICROPLASTICS ARE PIECES OF PLASTIC 5 MILLIMETRES OR SMALLER.

5 mm scale

COMMON MICROPLASTICS:

FRAGMENTS



Small pieces of a larger plastic object.

FIBRES



The most common type of microplastic. Plastic strands from clothing.

FOAM



Pieces of food containers and coffee cups.

NURDLES



Plastic pellets usually used in manufacturing.

MICROBEADS



Beads used in soaps and cosmetics. Now labelled "toxic" in Canada, soon to be banned in personal care products. Look for "poly" on the label.




MACROPLASTICS ARE ANY PLASTICS LARGER THAN 5 MILLIMETRES.
Examples: plastics bags, bottle lids, bottles, food wrappers, etc.

WHAT TO DO

1 REPORT PLASTICS POLLUTION

-  Download Swim Guide and tap "Report Pollution"
-  Visit theswimguide.org/report
-  Use hashtag #plasticspollution with your photo, date, and location.

2 CUT DOWN ON PLASTICS

Steer clear of plastic products. Look for natural alternatives or reusable containers. Don't buy cleansers and cosmetics with microbeads.

3 CLEAN UP PLASTIC POLLUTION, WHEN POSSIBLE

Use a pool or aquarium skimmer to remove plastic debris from the water. Throw the debris in the garbage, where it belongs.

11 Plastic by the Numbers in the Atlantic Ocean

Novembre 2015

http://voices.nationalgeographic.com/2015/11/18/plastic-by-the-numbers-in-the-atlantic-ocean/

