

TREBALL DE RECERCA

**MICROPLÀSTICS,**

**L'AMENAÇA INVISIBLE**



Pseudònim: MEDUSA

Curs 2020-2021

Cornellà de Llobregat, 4 de novembre del 2020

Aquest treball ha estat possible gràcies a l'ajuda i col·laboració de diverses persones. Especialment vull agrair a la meva tutora per guiar-me i ajudar-me sempre que ho he necessitat. Vull agrair també al projecte Forces de la Universitat de Barcelona, l'Elisabet Playà i la resta de l'equip per permetre que participés en el projecte "La salut microplàstics?... Mirem els microplàstics en el menjar" i ensenyar-me tot el que he après durant el temps que he treballat amb ells. Gràcies també a l'Eva Piquero per resoldre tots els meus dubtes quan ho he necessitat. I a la Maria Jesús Ventura per introduir-me la idea dels microplàstics.

Gràcies.



## **RESUM**

Els microplàstics (MP) són micropartícules de plàstics de menys de 0,5 cm. Aquestes micropartícules resulten un problema perquè els podem trobar en molts llocs on tenen efectes nocius com el mar, els rius, el sòl o l'aire. També en podem trobar al menjar o a productes higiènics. En aquest treball he analitzat dos tipus de sal i quatre d'aigua per tal d'estudiar si tenen microplàstics o no. A més, per determinar si l'ambient és un factor rellevant a l'hora de trobar aquests microplàstics vaig seguir tres protocols diferents per la sal i dos per l'aigua. En les sis mostres analitzades de la sal es van trobar microfibrilles, mentre que en cinc es van trobar micropartícules. D'altra banda, de les set mostres analitzades d'aigua només una en un protocol específic no contenia ni microfibrilles ni micropartícules. D'altra banda també he fet un estudi sobre la consciència de la població sobre els microplàstics, on s'han aportat diverses mesures de com reduir la contaminació plàstica.

## **RESUMEN**

Los microplásticos son micro partículas menores a 0,5 cm. Estas micropartículas resultan un problema ya que pueden ser encontradas en muchos sitios donde tienen efectos nocivos como el mar, los ríos, la tierra o el aire. También se pueden encontrar en los productos de alimentación y los higiénicos. En este trabajo he analizado dos tipos de sal y cuatro de agua con el fin de estudiar si contienen microplásticos o no. Además, para determinar si el ambiente es un factor que influye para encontrar microplásticos, he seguido tres protocolos diferentes para la sal y dos para el agua. En las seis muestras de sal se encontraron microfibras, mientras que en cinco se encontraron también micropartículas. Por otro lado, de las siete muestras analizadas de agua, solo una en un protocolo determinado no contenía ni microfibras ni micropartículas. Por otra parte, también he realizado un estudio para investigar la consciencia de la población sobre los microplásticos, donde también se han aportado diversas medidas para combatir el creciente problema que son los plásticos.

## **ABSTRACT**

Microplastics (MP) are microparticles smaller than 0,5 cm. These microparticles are a problem because they are in many places where they have harmful effects, such as the sea, rivers, soil or the air. They can also be found in food or hygienic products. In this research I have analyzed two types of salt and three of water to study whether they have microplastics or not. Moreover, to determine whether the air pollution is relevant or not I followed three different protocols for the salt analysis and two for the water analysis. I found microfibers in all six of the salt samples analyzed and microparticles on five of them. On the water experiment, out of the seven samples, only one did not have any kind of microplastics. I have also realized a study about people's knowledge on microplastics, where they also shared some ideas on how to decrease plastic pollution.

# ÍNDEX

INTRODUCCIÓ	4
MARC TEÒRIC	
1. Què són els microplàstics?	5
2. On els podem trobar?	10
2.1. A la natura	10
2.1.1. A l'aire	10
2.1.2. A la terra	12
2.1.3. Als rius i oceans	14
2.2. Als aliments diaris	18
2.2.1. A l'aigua	20
2.2.2. A la sal	21
2.3. A altres productes	23
3. Conscienciació dels usuaris	25
PART PRÀCTICA	27
Experiment 1: Podem trobar microplàstics en la sal? Té alguna relació la quantitat de microplàstics amb les condicions de treball?	
1. Objectiu	27
2. Hipòtesi	27
3. Material	27
4. Disseny experimental	28
5. Resultats	29
6. Discussió dels resultats	31
7. Conclusions de l'experiment	31
Experiment 2: És possible trobar microplàstics en l'aigua? Són les condicions de treball rellevants a la possible conclusió?	
1. Objectiu	32
2. Hipòtesi	32
3. Material	32
4. Disseny experimental	33

5. Resultats	34
6. Discussió dels resultats	35
7. Conclusions de l'experiment	36
Experiment 3: És la gent conscient de l'existència dels microplàstics? Quines mesures podem prendre per reduir el consum de plàstic?	36
1. Anàlisi de les preguntes	37
2. Conclusions	40
Bibliografia	43

## INTRODUCCIÓ

Des de que vaig començar 1r de batxillerat el treball de recerca ha sigut el que m'ha posat més nerviosa, quin tema escolliré? Dins d'aquest tema, en què em centraré? Tenia clar que havia de ser alguna cosa que m'interessés i, a més, volia que fos un tema que tingui repercussió en la societat. Llavors vaig sentir parlar dels microplàstics i vaig decidir centrar-me en ells.

Des d'un principi els microplàstics m'han interessat perquè sempre m'he considerat una persona que faig tot el que està a les meves mans per ajudar al medi ambient, ja sigui comprant productes ecològics i de proximitat o reciclant i participant en tallers i xerrades que informen sobre les conseqüències que tenen les nostres accions en la natura. Per això he vist aquest treball com una oportunitat per conscienciar-me a mi mateixa i alhora poder contribuir a la solució brindant informació a la gent que en manca.

En la meva investigació m'he centrat en on podem trobar els microplàstics, específicament si en podem trobar a la sal i a l'aigua, i per fer-ho he realitzat uns experiments per resoldre les meves qüestions. Aquests experiments formen part del projecte FORCES de la Universitat de Barcelona en el que vaig participar. L'objectiu d'aquesta part del meu treball de recerca és descobrir si podem trobar microplàstics en la sal i en l'aigua, i si hi ha diferències entre tipus de sals i tipus d'aigües. Donada la situació, el projecte va ser una mica limitat, però vaig tenir l'oportunitat d'anar a la Universitat i realitzar allà els experiments.

D'altra banda, m'he volgut centrar també en la consciència que té la gent sobre els microplàstics i quines mesures prenen per evitar que tinguin un efecte negatiu en el medi ambient. Vaig triar centrar-me en això després de comentar el tema amb amics i familiars i adonar-me'n de la falta d'informació i la ignorància que hi ha. Per aquesta qüestió vaig decidir fer una enquesta a 200 individus amb preguntes enfocades a resoldre els meus dubtes.

Els meus objectius, per tant, són descobrir si la sal i l'aigua tenen microplàstics, el nivell de conscienciació que hi ha actualment i quines mesures la població considera

que serien efectives. Com he mencionat abans, per fer això he realitzat una sèrie d'experiments i un enquesta. A més, per poder tenir una base he investigat els microplàstics, què són, com es formen i quins tipus hi ha, on els podem trobar, ja sigui a la natura, a aliments diaris o en altres productes. Per últim, he investigat sobre possibles estudis fets relacionats amb el coneixement de la gent sobre microplàstics.



## MARC TEÒRIC

### 1. Què són els microplàstics?

Els microplàstics són partícules plàstiques sòlides de menys de 0,5 cm de grandària. Estan compostos de polímers, additius funcionals i impureses residuals de la manufacturació. Tot i que es creu que hi ha hagut en el medi ambient des dels anys setanta, no va ser fins fa uns quinze anys que van començar a tenir importància a estudis ambientals i es calcula que, actualment, són el 50% dels milions de tones que s'aboquen anualment al mar.

#### Característiques

Els microplàstics no són solubles en aigua i tenen un nivell molt baix de degradació. A causa d'aquesta baixa degradació, no es descomponen del tot i mantenen la seva composició química. La mida de les partícules dels microplàstics varien al llarg del temps a causa de les diferents composicions dels productes de plàstics. A més, les partícules es van fent més petites per diversos factors com l'erosió del vent i l'aigua o per la radiació solar.

#### Química dels plàstics

Els microplàstics són partícules diminutes que provenen dels plàstics. Per tant, la seva composició correspon a la dels plàstics.

Els microplàstics són grans molècules, formades per la polimerització de monòmers. En aquest procés, els monòmers, que tenen baix pes molecular, actuen com reactius, i el producte és els polímers o cadenes tridimensionals. Aquests polímers, al contrari dels monòmers tenen un pes molecular elevat. La polimerització pot ser de dos tipus:

- Per **addició**, és el procés en el qual les molècules dels monòmers reactius són les mateixes que les dels polímers resultants.
- Per **condensació** sí que es poden perdre algunes molècules, molècules petites com una molècula d'aigua.

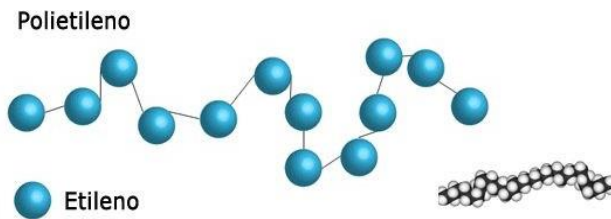


Figura 1. Monòmer antimoni.

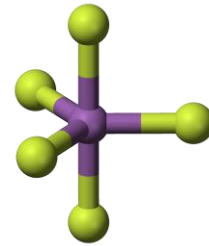


Figura 2. Polímer polietilè

Els polímers pels quals estan creats els plàstics es poden classificar segons el seu origen; els que venen directament de la natura, són els d'origen natural, per exemple, la cel·lulosa o el midó. Als que eren d'origen natural però han patit alguna alteració química els anomenem artificials, com la nitrocel·lulosa o l'etonita. L'últim tipus, els sintètics, són els quals la seva polimerització ha sigut controlada per humans mitjançant matèries primeres de baix pes molecular, per exemple el niló o el polietilè. Altres materials que també s'utilitzen són el carbó o el gas natural. Els plàstics més comuns i més coneguts són els següents:

- Polietilè de baixa densitat (LDPE): és flexible, un bon aïllant elèctric i és econòmic. S'utilitza per el revestiment dels cables elèctrics o per les bosses i envasos.
- Polietilè d'alta densitat (HDPE): Té una bona resistència mecànica, és resistent a productes químics i és econòmic. S'utilitza en la fabricació de tubs o en els contenidors.
- Poliestirè (PS): És un bon aïllant elèctric, és incolor, fràgil i econòmic, però no té resistència les altes temperatures. El PS es pot trobar en forma compacta (envasos alimentaris) o en forma esponjosa. El porexpan (poliestirè expandit) és un derivat del poliestirè, i és un bon aïllant tèrmic i de densitat baixa.
- Policlorur de vinil (PVC): És transparent o blanc, poc estable a les temperatures i la llum, però aguanta molt bé els àcids i àlcals. S'utilitza en el revestiment dels cables elèctrics i en la fabricació de tubs.

- Polimetacrilat de metil (PMMA): És transparent i lleuger, aguanta bé els impactes i és fàcil d'emmotllar, però es ratlla amb facilitat. S'utilitza en productes òptics com els "vidres" de les ulleres.
- Policarbonat (PC): És transparent i suporta bé les temperatures de fins a -140°C. També té bones propietats mecàniques i és resistent a productes químics. Com el PMMA, s'utilitza en els productes òptics.
- Polipropilè (PP): És lleuger, tenaç, resistent a la humitat, a la calor i als productes químics i econòmic. S'utilitza molt en els utensilis domèstics.
- Tefló - Politetrafluoroetilè (PTFE): És incombustible, resistent a la calor i antiadherent. S'utilitza per fer revestiments antiadherents i per l'aïllament de cables d'alta temperatura.
- Poliamida (PA): Té resistència mecànica, tenacitat i un coeficient baix de fricció. S'utilitza en els engranatges i els connectors elèctrics.
- Politereftelat d'etilè (PET): És resistent a la tracció, a la torsió, als olis i als àcids. S'utilitza en el reforç dels pneumàtics.
- Resines de polièster: Són adherents, aïllants elèctrics i resistents als productes químics. Són la base dels materials compostos amb fibra de vidre i fibra de carboni.

Els plàstics tenen tres compostos que destaquen, ja que poden ser perillosos per a la salut humana:

- **Ftalat**: s'utilitza generalment com a plastificador, per augmentar la flexibilitat en compostos plàstics. És un compost poc soluble en aigua però molt en oli.

L'article *Endocrine-Disrupting Chemicals: An Endocrine Society Scientific Statement*, publicat per Diamanti-Kandarakis et al. (juny del 2009), afirma que els ftalats alteren el funcionament del sistema endocrí, és a dir, afecten el funcionament de les nostres hormones.

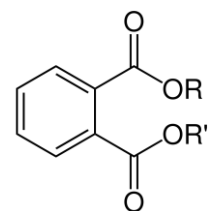


Figura 3: Ftalat.

- **Èter difenílic polibromat (EDPB o PBDE):** És un compost utilitzat a tot el món per retardar la combustió en un altra substància.

Igual que els ftalats, s'han fet estudis els quals afirmen que els PBDE alteren el comportament de les hormones i afecten el desenvolupament del sistema nerviós. Sergio Kuriyama et al. (2005) van realitzar un estudi amb rates mascles i cries sotmesos a PBDE-99. Van descobrir que les cries, estant a l'úter i sota dosis baixes de PBDE, van tenir dificultats

i complicacions en el desenvolupament neuronal, a més la majoria de les cries van patir hiperactivitat. Els mascles, ja adults, van patir dany als seus aparells reproductors.

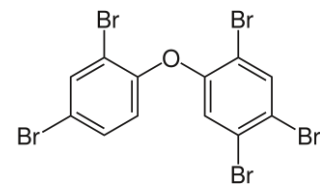


Figura 4: PBDE-99. Font: Viquipèdia

Aquest tipus de compostos són tòxics i generalment, afecten el desenvolupament neuronal dels nens. En un estudi fet el 2008 als Estats Units per l'organització *Environmental Working Group* (EWG), es va comparar la quantitat de PBDE en mares i els seus fills i filles. De mitjana, els infants tenien a la sang tres vegades la quantitat de PBDE que les seves mares. Segons l'estudi, això és preocupant, ja que el PBDE, igual que el plom o el mercuri, pot tenir efectes al llarg de la vida dels nens i nenes, afectant el seu desenvolupament cerebral i al seu aparell reproductor.

- **Tetrabromobisfenol A:** igual que l'anterior, és un retardant de flama basat en brom. Aquest component també té repercussions a la salut. Com també els dos anteriors, segons un estudi fet per Susan Shaw (2010), el tetrabromobisfenol A actua com un disruptor endocrí, afectant el funcionament de les hormones.

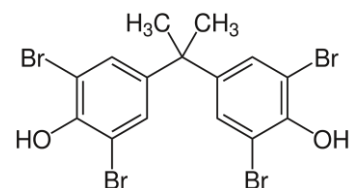


Figura 5: Tetrabromobisfenol A. Font: Viquipèdia.

A més, d'aquest efecte, aquesta substància en especial també afecta a les cèl·lules citocides naturals, conegudes com a cèl·lules NK (natural killers), les

quals s'encarreguen d'eliminar cèl·lules infectades amb virus o cèl·lules tumorals. Segons l'estudi fet per Esther Caroline Kibakaya et al. el desembre del 2010, estar exposat a aquesta substància suposa una notable baixada del funcionament en les cèl·lules NK.

A l'estudi van comprovar que estar exposat durant unes 24 h a 5 µM de tetrabromobisfenol A fa disminuir el funcionament d'aquest tipus de cèl·lula un 95%, en alguns casos inclús més, mentre que estant exposades el mateix temps a la meitat de quantitat, la seva funció es redueix un 70%. D'altra banda, si estan sotmeses durant un període menor de temps a aquesta substància, pateixen una pèrdua progressiva de funcionament (d'un 41% aproximadament).

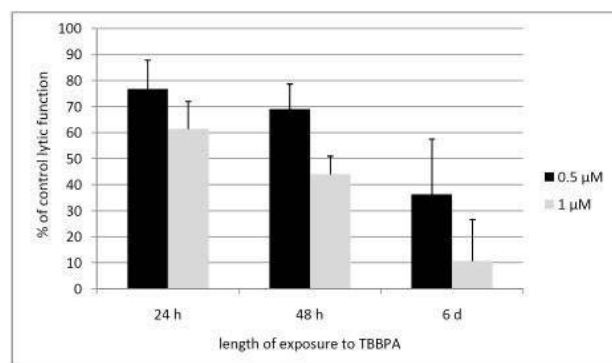


Figura 6: Efecte del tetrabromobisfenol A en les cèl·lules NK durant 24h, 48h i 6 dies.

### Classificació dels plàstics

La manera més habitual de classificar els plàstics és segons el seu comportament i la seva estructura interna. Hi ha tres classes:

- **Termoplàstics:** Aquest tipus de plàstics són els anomenats "reciclables". Reben aquest nom pel fet que amb la calor es deformen i poden agafar noves formes. Les cadenes moleculars per les quals estan formats no estan lligades entre elles i per tant es desplacen i agafen noves formes les quals es mantenen un cop es refreda.

Alguns exemples en són el policlorur de vinil (PVC), el poliestirè (PS) o el polietilè (PE), els quals poden resistir com a màxim 150 °C. L'únic que pot suportar més temperatura és el tefló, el qual s'utilitza en cassoles o paelles.

- **Termoestables:** A diferència dels termoplàstics, els termoestables no poden ser reciclats, degut a una reacció que pateixen durant la seva producció anomenada reacció de degradació. En aquesta reacció, les cadenes de

polímers s'enllacen entre si, provocant que no es puguin desplaçar i agafar noves formes.

Els plàstics termoestables són més rígids i poden suportar temperatures més altes que els termoplàstics, però no són remodelables mitjançant calor. La melamina és un exemple de plàstic termoestable.

- **Elastòmers:** Els elastòmers són un grup de plàstics molt elàstics. Això és degut a la seva estructura molecular, els seus polímers estan units en alguns punts però no en tots. A més, a causa d'aquesta estructura, l'estructura que adapta es perd en deixar d'aplicar l'esforç.

Alguns elastòmers són el cautxú, tant el sintètic com el natural, i el neoprè.

### Classificació dels microplàstics

Els microplàstics es poden crear sense voler o expressament. Es creen sense voler amb l'ús i la destrucció de plàstics més grans. Es creen expressament per posar en altres productes amb una raó concreta, com el cas dels exfoliants corporals.

Aquestes diminutes partícules de plàstic es poden dividir en dos tipus, segons com s'han creat:

- **Primaris:** Són els que han sigut generats petits amb una finalitat, generalment abrasiva, això vol dir que els microplàstics actuaran amb una funció mecànica diferent sobre el material original. Per conseqüència, les micropartícules quan arriben al medi ambient, ho fan en la seva forma original, sense cap canvi.

Les micropartícules poden ser les microesferes o les microfibrilles dels teixits . Seria el cas de les microperles dels exfoliants corporals, com el polietilè, que poden arribar al medi ambient colant-se pel desguàs.

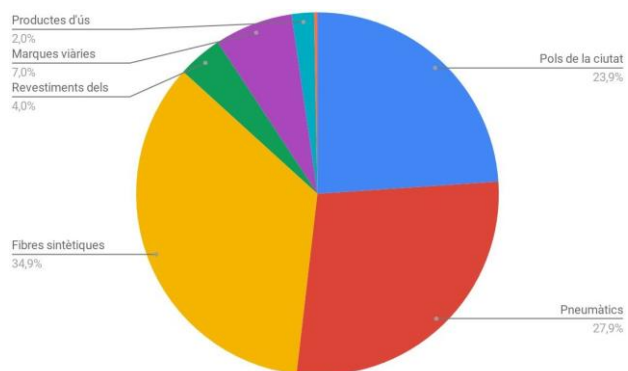
Es calcula que són entre el 15% i el 31% dels microplàstics totals que s'aboquen al mar i que un 35% dels microplàstics primaris provenen de la

roba sintètica, mentre que els pneumàtics representen un 28% i els productes de bellesa un 2%.

- **Secundaris:** Són els microplàstics que es degraden o se separen d'altres plàstics més grans com bosses de plàstic o ampolles. També és el cas de microfibrilles que es desprenen de teixits durant la rentada, que per la seva mida no són filtrades a la depuradora i per tant acaben arribant al mar. Aquest tipus secundari representa entre el 69% i el 81% dels microplàstics que després es troben als oceans.

Segons un estudi fet per la *International Union for Conservation of the Nature* (IUCN) el 2017 va descobrir que la majoria de microplàstics que es troben al mar provenen de productes que utilitzem normalment.

Figura 7. Percentatge de productes que originen microplàstics que s'aboquen al mar.



## 2. On els podem trobar?

Actualment, els microplàstics els podem trobar a, pràcticament, tot arreu. En trobem des de a la nostra roba fins a la pols que hi ha a l'aire, i degut a aquesta pols també en podem trobar al nostre menjar.

Una de les majors preocupacions actualment són els microplàstics que es troben a la natura, tant a l'aire com a la terra com als mars i oceans. Aquestes micropartícules són preocupants a causa de la seva mida i la quantitat en les que les

podem trobar, a més dels efectes que poden tenir en els ecosistemes i les espècies que viuen en ells.

## 2.1. A la natura

### 2.1.1. A l'aire

Subestimem els microplàstics que podem trobar a l'aire, ja que en podem trobar molts més dels que creiem. L'aire actua com un mitjà de transport per a aquestes micropartícules degut a la seva mida i el seu pes, el que fa que puguem trobar microplàstics a llocs remots on mai pensariem trobar-ne.

Un exemple d'això és l'estudi realitzat per Steve Allen et al. (2019) per a la revista *Nature Geoscience*, on van recollir i analitzar mostres de microplàstics trobats a una zona remota dels Pirineus francesos, a 6,5 km d'un petit poble i a 120 quilòmetres de Toulouse. Les mostres van ser recollides en un període de cinc mesos i es van identificar fibres de fins a uns 750 µm de llargada i microplàstics iguals o més grans a 300 µm. De mitjana, van recollir cada dia uns 249 fragments de microplàstics, 73 films i 44 fibres/m<sup>2</sup>. L'estudi suggereix que aquestes micropartícules arriben a aquelles zones remotes a causa del desplaçament aeri, ja que es va fer una anàlisi de la trajectòria de la massa de l'aire i els resultats van ser que els microplàstics poden ser transportats fins a 95 km.

La major part d'aquests microplàstics són restes d'articles d'un sol ús, bosses de plàstic i altres embolcalls de plàstic. Deonie Allen, una de les científiques que van participar en l'estudi, diu que "és increïble la quantitat de microplàstics que es diposita". Allen ha declarat que "els microplàstics són un nou contaminant atmosfèric" i que si sortim a l'exterior amb una llum UVA amb una longitud d'ona de 400 nm, podem trobar tota mena de microplàstics a l'aire i que si ho fem a porta tancada, les quantitats són encara més grans, la qual cosa ella ha descrit com terrorífic.

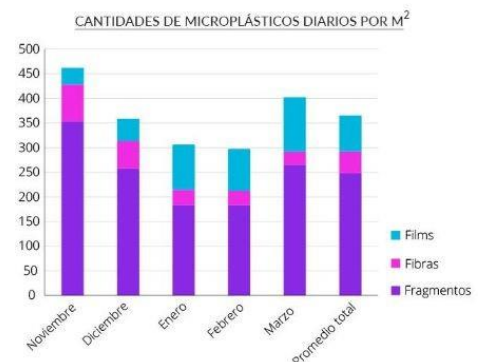


Figura 8: Quantitats de microplàstics diaris per m<sup>2</sup>.



En un altre estudi relacionat amb el transport dels microplàstics mitjançant l'aire, Melanie Bergmann et al. (2019) van analitzar i estudiar la procedència dels 12.000 microplàstics trobats a la neu de l'Àrtic. Una gran part d'aquestes micropartícules provenien de les corrents oceàniques, però una altra part encara major provenia de la contaminació atmosfèrica. D'acord amb Bergmann, els microplàstics arriben a tot arreu a causa del vent i els nivells trobats indiquen que la contaminació atmosfèrica és molt més important del que creiem.

Un altre estudi que prova el moviment dels microplàstics per l'aire és el publicat el 2020 per Janice Brahney et al. En aquest cas, els investigadors van recollir mostres de micropartícules trobades a onze zones protegides de l'oest dels Estats Units durant un any. Aquestes mostres les van recollir separant els microplàstics que acabaven en aquella zona quan plovia o nevava dels que queien quan hi havia un clima més sec. Això ho van fer mitjançant cubells amb sensors, alguns d'aquests obrien els cubells quan plovia o nevava i els altres feien que es tanquessin en aquestes condicions.

Aquestes diferències van fer que poguessin saber quines micropartícules arriben de més lluny i quines de més a prop. Les que arriben amb tempestes o neu són de major dimensió i per tant han deduït que provenen de més a prop, ja que en ser més grans cauen a un lloc més proper del seu origen. D'altra banda, les que queien en un ambient sec han deduït que provenen de llocs més llunyans, ja que el seu volum és menor però hi ha major quantitat. A més, aquestes més petites coincidien amb corrents d'aire que eren més elevades en l'atmosfera, i per tant, els investigadors han deduït que han viatjat distàncies més llargues. Van arribar a la conclusió que cada any en aquests llocs concrets acaben més de 1.000 tones mètriques de microplàstics.

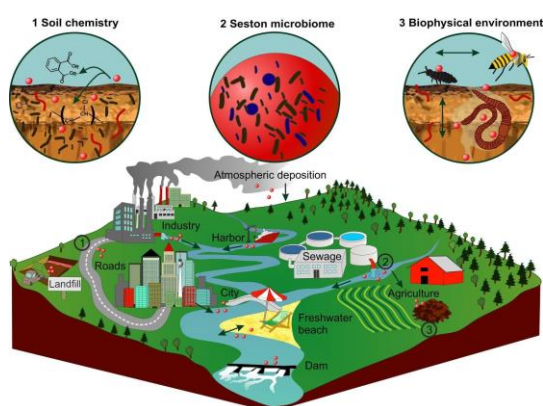
Un equip d'investigadors liderat per Andreas Stohl va realitzar un altre estudi en el qual va analitzar el moviment dels microplàstics en l'aire. L'estudi, publicat el juliol del 2020, va investigar com els microplàstics poden arribar a les zones més remotes, com a la neu de l'Àrtic o als Alps i la procedència d'aquestes micropartícules. Novament, es va arribar a la conclusió de què el transport de

microplàstics per l'aire és altament menyspreat i major del que creiem. Stohl assegura que a les micropartícules que es transporten per l'aire no se'ls hi dóna la mateixa importància que a les que es troben als rius perquè aquestes són molt més petites i molt més difícils d'identificar com a plàstics. Això podria tenir moltes conseqüències si pensem que algunes d'elles les inhalem i que arribin a la nostra sang, tot i que el seu efecte en ella és encara desconegut.

Però això no és tot. El nostre oxigen no prové només de les plantes, sinó que un 10% de l'oxigen que consumim prové d'un cianobacteri anomenat *Prochlorococcus*, el qual viu als oceans i és l'organisme fotosintètic més abundant a la Terra. Aquest cianobacteri, segons un estudi realitzat per Sasha G. Tetu et al. el 2019, es veu afectat per la contaminació plàstica. D'acord amb la investigació, han descobert que el seu creixement, la fotosíntesi i la producció d'oxigen es veuen afectats per les substàncies químiques que es filtren per la contaminació del plàstic.

### 2.1.2. A la terra

Tot i que els rius i els oceans són els dos llocs més coneguts en els quals podem trobar microplàstics, un estudi publicat el 2017 per Anderson Abel de Souza Machado et al. afirma que en algunes zones els efectes dels microplàstics en la terra poden ser de 4 a 23 vegades més greus que als oceans. De Souza Machado, l'investigador cap de l'estudi afirma que "tot i la poca informació que tenim fins a la data en aquest tòpic, els resultats són preocupants: s'han trobat micropartícules a pràcticament tot el món i poden provocar molts efectes perjudicials". A més, han arribat a la conclusió de què els ecosistemes estan en perill a causa de les conseqüències que aquests microplàstics poden tenir sobre ells. Això és degut al fet que el terra pot contenir fins a 40.000 micropartícules/Kg, de les quals es calculen



que la majoria són partícules secundàries (fibres en un 92% i fragments de plàstics majors que s'hi han descompost en un 4,1%).

Figura 9: Microplàstics a la terra i als sistemes d'aigua.

Una altra troballa preocupant és el fet que els plàstics quan es descomponen adquireixen noves propietats tant físiques com químiques, fet que augmenta el risc que els plàstics puguin ser tòxics per a nosaltres. L'equip d'investigadors ha ressaltat que els microplàstics són més perillosos quan comencen a degradar-se, perquè alguns dels components se separen de la micropartícula. Alguns d'aquests components com el Tetrabromobisfenol A o els ftalats s'ha comprovat que tenen efectes negatius en la nostra pròpia salut, ja que els dos poden actuar com disruptors hormonals, no només en els éssers vertebrats, sinó també en els invertebrats. A més, aquestes micropartícules poden contenir microorganismes que poden ser causant d'alguna malaltia i que després acaben a ecosistemes en els quals no pertanyen. En aquests casos, els microplàstics actuen com un vector per a la malaltia. Els microplàstics també entren en contacte amb la fauna i tenen conseqüències en ells. És el cas dels cucs de terra: amb la presència dels microplàstics formen els seus caus de manera diferent i això afecta el benestar del sòl i dels mateixos animals.

Els investigadors, finalment van arribar a la conclusió de què els microplàstics afecten en els paràmetres físics dels voltants de la terra, en els trets característics de les fulles i les plantes que creixen en ella i en la biomassa vegetal. Els efectes depenen de la quantitat de microplàstics trobats a la terra i es va descobrir que els que microplàstics que tenien més efectes eren els que difereixen més en mida, forma i composició de les partícules del sòl.

En un altre estudi, Michael Scheurer i Mortiz Bigalke (2018) van analitzar mostres de 29 planes d'inundació de reserves naturals suïsses, les quals estan associades amb zones on s'emmagatzema aigua per l'ús humà. Van voler fer aquest estudi per comprovar si era possible que els microplàstics entressin al menjar. Van trobar microplàstics a un 90% de les mostres analitzades, i els investigadors van deduir que arribaven a les reserves per mitjà de l'aire i la pols.

Bigalke diu que "realment ens vam sorprendre", ja que pensaven que al ser zones naturals a parcs nacionals els quals només es pot accedir caminant "trobaríem pocs plàstics, però la realitat va ser que en vam trobar molts". De les

partícules de plàstic que van trobar, d'un 70 a un 80% eren de la mida ja considerat com a microplàstic (0,5 mm). Els investigadors afegeixen que "el problema podria ser pitjor en altres països", ja que a Suïssa el 100% del plàstic és o reciclat o incinerat i que es necessita més recerca per saber si els microplàstics entren als nostres aliments, i si, de ser així, quines conseqüències poden tenir.

A causa del fet que anteriorment s'han trobat microplàstics al fang que es produeix a les plantes de tractament de l'aigua, el qual més tard s'utilitza com a fertilitzant de camps, Bigalke planteja la possibilitat que el problema pogués ser encara major als camps de conreu en els quals s'utilitza aquesta aigua.

### **2.1.3. Als rius i oceans**

#### **Rius**

Una de les majors preocupacions actualment relacionades amb els microplàstics és la seva presència en els mars i oceans, però el que no es té tant en compte són les quantitats d'aquestes micropartícules que hi ha a altres espais aquàtics com els rius. Un estudi fet el 2015 per Rachid Dris et al. va treure a la llum les quantitats de microplàstics trobats al riu Sena pel seu pas prop de París. Els resultats van ser de 3 a 108 microplàstics/m<sup>3</sup>.

El març del 2018, Rachel Hurley et al. van publicar un estudi, el qual van realitzar uns anys enrere, recollint sediments de deu rius diferents d'uns 20 quilòmetres de Manchester. En aquests rius van recollir un total de 40 mostres, de les quals totes menys una contenia microplàstics. Un temps més tard, després d'un període d'inundacions entre el 2015 i el 2016, van tornar a recollir mostres dels mateixos llocs i van descobrir que aproximadament el 70% dels microplàstics havien desaparegut, sent això uns 850 quilograms, i que en set punts dels quaranta analitzats les micropartícules havien desaparegut. Es calcula que una mica menys de la meitat van acabar flotant al mar. Amb aquest estudi, l'equip que va conduir la recerca conclou que els rius es poden alliberar dels microplàstics per culpa de les inundacions i pluges. El punt concret en el qual es van registrar les pitjors dades va ser al riu Tàmesi, on van obtenir 500.000 microplàstics/m<sup>2</sup> en els primers 10 cm de

llit del riu. Això transforma aquesta xifra en la major concentració mai analitzada, superant el record anterior dels sediments d'una platja a Corea del Sud.

Al Regne Unit es van prohibir les microperles en els productes d'higiene el gener del 2018, però per sorpresa dels investigadors, un terç dels microplàstics trobats van ser microperles d'aquest tipus. Es considera la possibilitat que aquestes microperles tinguin el seu origen a fàbriques i indústries, ja que la prohibició no les

afecta.

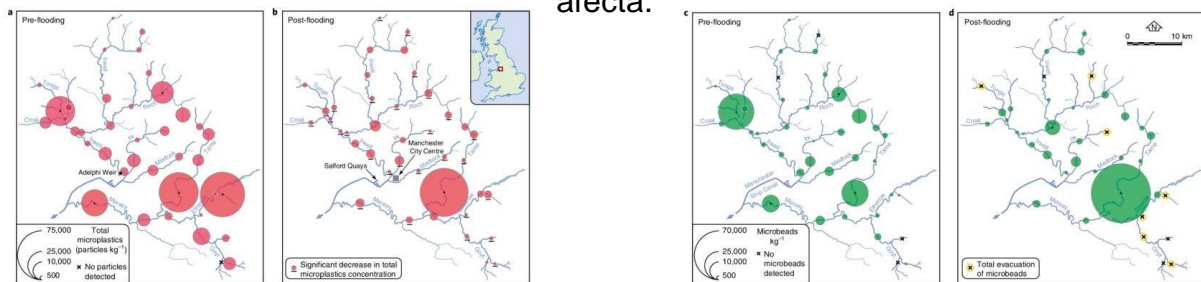


Figura 10: Microplàstics totals trobats en els sediments abans (a,c) i després (b,d) de les inundacions.

Per confirmar la hipòtesi de què els rius són utilitzats pels microplàstics com a mitjà de transport per arribar fins als mars i oceans, Laura Simón-Sánchez et al. (2019) van realitzar un estudi sobre els microplàstics al riu Ebre. A l'estudi van buscar microplàstics a l'aigua del riu, a la sorra de platges prop del delta i de sediments del fons de la desembocadura i van descobrir que hi ha, de mitjana, unes 3,5 micropartícules/ m<sup>3</sup> d'aigua i que, anualment, el riu Ebre aboca 2,2 bilions de microplàstics a la mar Mediterrània.

El grup d'investigadors liderat per Laura Simón-Sánchez van trobar unes 2.052 micropartícules/ Kg de sediment del fons del delta, mentre que d'altra banda van trobar uns 400 microplàstics/ Kg de sorra a les platges analitzades. Simón-Sánchez ha afirmat que "els sediments del fons del riu són clarament els llocs on més microplàstics s'acumulen, però creiem que les tempestes poden provocar que es moguin i que acabin al mar". Un 70% de les micropartícules trobades al riu Ebre eren fibres sintètiques, i per aquesta raó, els investigadors consideren que és molt probable que aquestes fibres tinguin el seu origen a la bugada domèstica i comercial i que després, a causa de la seva mida, les depuradores no són capaces de filtrar. D'altra banda, Martin Wagner, un toxicòleg mediambiental de la *Norwegian University of Science and Technology*, no està d'acord amb què aquest sigui el seu

origen, ja que hi ha moltes fonts de microplàstics desconegudes i que és possible que moltes altres microfibrilles arribin als rius per mitjà d'altres superfícies i no pel clavegueram.

Tot i les xifres obtingudes, aquest és un dels casos menys exagerats, ja que en un altre estudi realitzat per Muting Yan et al. (2019) al riu Perla a la Xina les dades són molt més exagerades. En aquest cas es va trobar una abundància de 19.830 microplàstics/ m<sup>3</sup> en zones urbanes de la ciutat de Guangzhou per les quals passa el riu, mentre que en els sediments del riu es van trobar 8.902 microplàstics/ m<sup>3</sup>. Els investigadors plantegen la possibilitat que la majoria d'aquests microplàstics provinquin del clavegueram de les ciutats que aboquen en aquest riu. A més, afirmen que un 80% de les micropartícules trobades eren d'una mida menor a 0,5 mm i que les formes més comunes en les quals es troben són films, fragments o fibres majoritàriament blaves o transparents.

Joseph D'Souza et al. (2020) va fer una anàlisi a merles d'aigua, que s'alimenten d'insectes que viuen als rius. Aquest estudi, realitzat al sud de Gal·les, es va fer per provar la hipòtesi que els microplàstics passen de la presa al depredador, prèviament sabent que en el riu hi ha microplàstics, i també que els adults que han ingerit els insectes amb microplàstics, transfereixen aquests últims a les seves cries quan les alimenten.

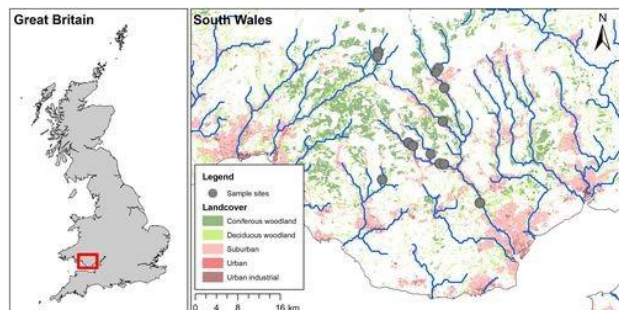


Figura 11: Punts en els quals s'han recollit les mostres (gris) i els seus voltants.

Van concloure que de mitjana, les merles ingereixen unes 200 partícules de plàstic al dia, la majoria fibres, de les quals només un quart eren majors de 500 µm. A més, van confirmar que els microplàstics passen de les merles adultes a les cries durant el creixement d'aquestes. Tot i poder confirmar-ho, no saben si això podria tenir algun efecte nociu en elles.

## **Mars i oceans**

El 2014, Marcus Eriksen et al. van realitzar un estudi en el qual, després de 24 expedicions (fetes del 2007 al 2013), pels cinc girs subtropicals, la costa australiana, la badia de Bengal i el mar Mediterrani, van obtenir una xifra aproximada de la quantitat de partícules de plàstic als oceans d'arreu del món. Van estimar que en total, hi ha uns 5,25 trilions de partícules en tot el món, de les quals un 92,4% serien microplàstics, a més, van separar els microplàstics en dues talles diferents, de 0,33-1,00 mm i un altre tipus d'1,01-4,75 mm. Després de comprovar les quantitats dels dos tipus, van descobrir que el nombre de microplàstics amb menor mida (0,33-1,00 mm) era aproximadament un 40% menor que els microplàstics de la franja d'1,01 a 4,75 mm.

En un altre estudi, realitzat per Lucy Woodall et al. (2014), es va analitzar el fons marí, ja que els investigadors creien que els sediments que estan a major profunditat als oceans podrien ser un lloc on es concentren els microplàstics. Els resultats van confirmar les seves hipòtesis, van trobar que per cada quilòmetre quadrat de sediments marins podria haver-hi uns 4.000 milions de micropartícules plàstiques. Lucy Woodall, zoòloga del Museu d'Història Nacional de Londres, assegura que aquests microplàstics trobats al fons del mar són totes aquestes micropartícules que havien desaparegut a l'ull humà. A més, Woodall diu que "resulta alarmant trobar aquests nivells de contaminació, sobretot perquè es desconeixen els efectes que poden tenir en els delicats ecosistemes marins".

El 2015, Jenna Jambeck et al., van publicar un estudi en el qual van estimar la massa de plàstic produïda a terra i que acaba als oceans, depenent de la despesa, densitat de població i estat econòmic de cada país. Van concloure que en 192 països costaners se'n van produir uns 275 milions de tones mètriques, i es calcula que de 4,8 a 12,7 milions de tones mètriques van entrar els oceans. El que determina quins països produeixen més o menys plàstics és la seva població i també la gestió de residus.

Més recentment, el juny del 2020, es va publicar un estudi liderat per Ian A. Kane, de la Universitat de Manchester, en el qual demostren com es mouen els

microplàstics al fons del mar. Prèviament existia la hipòtesi sobre com els microplàstics s'establien verticalment per les acumulacions a la superfície, però amb la seva recerca, l'equip de Kane ha demostrat que en realitat la distribució espacial i el destí final d'aquests microplàstics depèn dels corrents marins que tenen lloc al fons del mar. A més, els resultats que van trobar, els fa creure que a causa d'aquests corrents oceànics, els microplàstics es poden acumular en algunes zones concretes dels mars i els oceans, creant així una espècie de "dunes submarines de plàstic", segons el doctor Kane.

Per provar aquesta idea dels corrents submarins, van fer experiments en recintes d'aigua tancats, els quals van demostrar el molt que la sorra i els sediments poden moure aquests microplàstics. Un altre dels investigadors, el doctor Florian Pohl, explica que els corrents són capaces d'arrossegar grans volums de sediments durant trajectes de fins a 100 km pel terra marí. Els investigadors que van fer l'estudi, realitzat a la mar Mediterrània, prop de la costa italiana, van trobar fins a 1,9 milions de microplàstic/m<sup>2</sup>, i com en molts estudis anteriors, moltes de les micropartícules que van trobar van ser microfibrilles sintètiques. Kane afegeix que és molt probable que, encara que no en siguem conscients, hi hagi moltíssimes acumulacions que arribin a ser quilomètriques i facin metres d'alçada.

Un altre lloc en el qual s'ha trobat microplàstics és a la brisa marina, (Steve Allen et al, 2020). La seva hipòtesi sobre com acaben allà, és que els diminuts fragments de plàstic són expulsats del mar per mitjà de bombolles creades per fort vent o per l'agitació del mateix mar. Aquest estudi, com altres mencionats anteriorment, qüestiona el fet que els microplàstics es quedin quiets un cop arriben a la mar, i plantegen la possibilitat que es moguin i que entrin a l'atmosfera amb la sal marina, bacteris, virus o algues. Després de realitzar l'estudi, van arribar a la conclusió de què, globalment, unes 136.000 tones acaben a la costa cada any. Tot i que aquest nombre seria aproximat, el grup d'investigadors creu que seria la més propera a la xifra real.



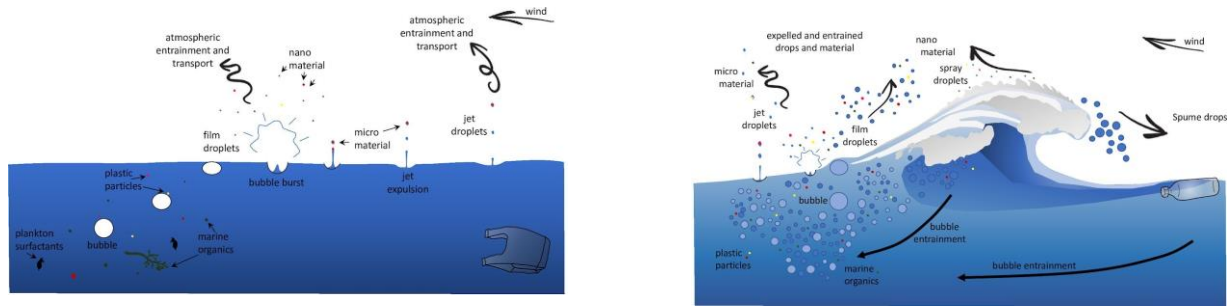


Figura 12. Cicle de les micropartícules a les onades.

Allen va dir al diari anglès *The Guardian* que "Cada any, seguim llençant milions de tones de plàstic al mar, i aquest estudi ens demostra que no estarà per sempre allà. Aquesta és la manera de l'oceà de tornar-nos-ho". Les mides dels microplàstics variaven entre 5  $\mu\text{m}$  i 140  $\mu\text{m}$  de llargada. Deonie Allen, una de les científiques que va participar en l'estudi afirma que aquest és "el resultat de la nostra mala gestió dels nostres residus".

Una de les altres preocupacions existents a causa de la presència de microplàstics als mars i oceans són els efectes que poden tenir sobre la flora i la fauna. En un estudi fet el 2018 per Laurent Seuront es va descobrir que alguns dels compostos químics que contenen els microplàstics poden resultar tòxics per als animals i poden inhibir algunes de les seves capacitats i danyar el sistema nerviós. Algunes de les capacitats que poden ser afectades és la velocitat de reacció en sentir-se amenaçats. Seuront va analitzar en especial al caragolí comú i a una de les seves preses, el cranc de mar comú. Aquests crancs en alimentar-se d'algues ingereixen sense voler microplàstics, i en observar el seu comportament, Seuront va descobrir que els crancs que havien ingerit aquests microplàstics involuntàriament no reaccionaven a la mateixa velocitat que el que no ho havien fet quan estaven sent amenaçats per un caragolí.

Aquesta troballa va permetre a l'investigador arribar a la conclusió de que els microplàstics tenen efectes nocius sobre els sistema nerviós dels crancs. Cal mencionar que la zona de la qual van ser extrets els crancs i caragolins estudiats es va detectar els mateixos nivells de contaminació que els trobats en una platja.

El febrer del 2020, la professora Penelope Lindeque, acompanyada per un grup d'investigadors del laboratori marí de Plymouth, van realitzar un estudi que es basava a recollir mostres de la costa de Maine (Estats Units) i a la costa de Plymouth (Regne Unit), amb xarxes de tres mesures diferents: 100, 333 i 500 µm. La xarxa que és més comuna per aquest tipus de recollida de plàstic és la de 333 µm, però en provar-ho amb una malla més petita (100 µm), van obtenir 2,5 més microplàstics que amb l'altra. D'altra banda, van trobar 10 vegades més micropartícules a la xarxa de 100 µm que a la de major mida, de 500 µm. Aquests resultats van ser similars tant a la costa dels Estats Units com a la del Regne Unit, i els principals tipus de microplàstics trobats van ser fibres tèxtils.

Lindeque i el seu equip aproximen el nombre a 3.700 micropartícules/m<sup>3</sup>, aquesta xifra és major que la quantitat de zooplàncton que podem trobar. Aquesta dada és preocupant ja que aquest tipus de plàncton és un dels més abundants. A més, el zooplàncton és l'aliment de moltes altres espècies dels ecosistemes marins.

## **2.2. Als aliments diaris**

El 2013, Gerd Liebezeit i Elisabeth Liebezeit van fer un estudi analitzant 19 mostres de mel que provenien d'Alemanya, França, Itàlia, Espanya i Mèxic en busca de fibres. Quan van realitzar les anàlisis van contar com a fibres que no fossin naturals les que eren de colors, ja que van contar les transparents com a fibres de cel·lulosa. Al finalitzar l'estudi, van obtenir que les 19 mostres contenien microfibrilles i fragments de colors. A més, van analitzar cinc marques de sucre comercial, i en totes les mostres de sucre refinat es van trobar fibres i fragments tant amb color com transparents, les xifres varien de 123 a 217 fibres/Kg de sucre i de 7 a 32 fragments/Kg.

Un any després, el 2014, els mateixos investigadors van conduir un altre estudi sobre les micropartícules sintètiques en cervesa alemanya. Van trobar microplàstics a totes les 24 marques analitzades. Les xifres varien segons la marca, trobant de 2 a 79 fibres/L i de 12 a 109 fragments/L.

Els aliments que principalment contenen microplàstics són aquells que provenen del mar. En un estudi realitzat per l'OCU (Organització de consumidors i

usuàries, 2018) s'han trobat microplàstics a 69 de 102 mostres analitzades de sal, mol·luscs i crustacis. En el cas de la sal i dels crustacis, es van trobar microplàstics a un 66% de les mostres d'aquest tipus i en el cas de la sal, en el tipus que s'en van trobar més va ser la flor de sal.

En els crustacis, no s'ha trobat diferències en les quantitats de microplàstics segons si són gambes, llagostes o llagostins. D'altra banda, s'han trobat menys microplàstics en els crustacis que es venen sense closca. En el cas dels mol·luscs, s'han trobat microfibrils i microfilms (micropàrtícules amb forma de films) a un 71% de les mostres analitzades. Aquest resultat s'ha obtingut de mostres que ja havien passat el procés de depuració requerit al qual s'han de sotmetre els mol·luscs que són de consum humà.



*Figura 13. Exemple de microfilm.*

En un altre estudi realitzat per Ana I. Catarino et al.(2018), es va descobrir que la quantitat de microplàstics que mengem pels musclos és "insignificant" comparada a la que consumim a causa dels que hi ha a la pols que de l'aire. Aquestes micropàrtícules arriben a l'aire perquè es desprenen de llocs com el sofà. A l'aire passen a la pols i aquesta pols pot acabar al menjar que consumim. L'estudi conclou que és més factible que ingerim microplàstics a causa de la pols a què els ingerim per mitjà de menjar que prové del mar com musclos o cloïsses.

Kieran D. Cox et al. (2019) van realitzar un estudi on van analitzar mostres de cervesa, sal, aigua, alcohol i aliments marins. L'objectiu era saber quants microplàstics ingerim en el nostre menjar, i els resultats van ser que de mitjana, cada any consumim de 39.000 a 52.000 microplàstics en el nostre menjar. Per obtenir els resultats, es van basar en les quantitats de consum recomanades pel departament d'agricultura dels Estats Units sobre els aliments els quals havien analitzat.

Tot i els resultats obtinguts en aquest últim estudi mencionat, encara falta molta informació per poder obtenir resultats de les quantitats totals dels microplàstics que ingerim, ja que els resultats només comporta el 15% de la ingesta calòrica total. Tot i

no poder saber-ho del cert, perquè no s'ha realitzat cap estudi encara, és molt probable que altres aliments que consumim diàriament (com la carn, el pa, els productes lactis o les verdures i hortalisses) tinguin la mateixa quantitat de microplàstics.

El 2019 per Wijnand de Wit i Nathan Bigaud amb la col·laboració de la Universitat de Newcastle, a Austràlia, van analitzar més de 50 estudis sobre la ingesta de microplàstics. Els investigadors van arribar a la conclusió que aproximadament, consumim uns 5g de microplàstics cada setmana, el qual equival al pes d'una targeta de crèdit. Si seguim calculant, obtenim que consumim uns 21 gr/mes i uns 250 gr/any.

Aquest estudi ha sigut fet per a la WWF, *World Wide Fund For Nature*, i Marco Lambertini, el director general d'aquesta fundació, diu que aquestes troballes són una crida a l'acció per part dels governs. Lambertini també assegura que, tot i que els efectes dels microplàstics al nostre cos encara estan sent investigats, si no volem que entrin al nostre cos hem de tallar el problema des del seu origen, el consum del plàstic.

### **2.2.1. A l'aigua**

Aquest últim estudi mencionat a l'apartat anterior també va confirmar que la font principal per on aquestes micropartícules entren al nostre cos és l'aigua, tant aigua embotellada com d'aixeta, i que es pot trobar el doble de microplàstic en les aigües índies i dels Estats Units que en les europees i les indonèsies.

Un lloc concret en el qual preocupa la quantitat de microplàstics és l'aigua que consumim. En la recerca conduïda per Mary Kosuth et al. (2017) per a Orb Media i la *University of Minnesota School of Public Health* s'ha trobat que de les mostres recollides d'aigua consumida per beure, un 83% contenia fibres de plàstics.

Un altre estudi realitzat per Sherri Mason et al. (2018), per al grup de la Universitat de l'Estat de Nova York conegut com a Freedonia, afirma que en una ampolla d'aigua d'un supermercat es poden trobar fins a 10.000 partícules de plàstic/L. En aquest estudi es van analitzar mostres de 259 ampolles d'11 marques

diferents que provenien de 9 països. D'aquestes ampolles, el 93% contenia microplàstics o algun tipus de resta d'aquests. Una de les majors troballes d'aquest estudi és el fet que, de mitjana, en cada litre d'aigua s'hi van trobar 325 partícules de microplàstics.

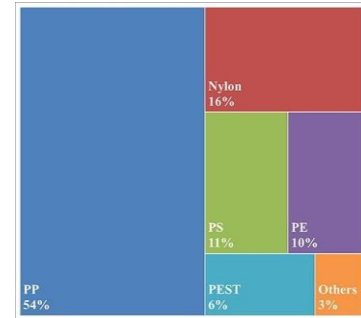


Figura 14: Percentatges de polímers trobats en l'aigua embotellada.

D'acord amb un altre estudi fet per l'Organització Mundial de la Salut (2019), sobre l'origen dels microplàstics a l'aigua que es comercialitza i bevem no hi ha gaire informació o estudis fets, ja que els microplàstics poden accedir a l'aigua de moltes maneres: principalment per l'escorrentia superficial o bé per afluents d'aigües residuals. Tot i que aquestes són les dues maneres més comunes, també poden arribar a l'aigua per la degradació dels plàstics, els residus que produeixen les indústries i el desbordament del clavegueram.

La poca informació que hi ha ara mateix indica que la majoria dels microplàstics que es troben en l'aigua que consumim provenen del mateix tractament i distribució de l'aigua. L'estudi afirma que, un cop a l'aigua, hi ha tres coses que suposen un risc per a la nostra salut: la primera serien les micropartícules com tal, ja que físicament poden ser perilloses, la segona, els compostos químics, tant els que formen als mateixos microplàstics com els que s'hi poden adherir en diferents processos. El tercer risc són els microorganismes que s'hi poden unir i més tard colonitzar els microplàstics. Aquests organismes, coneguts com a biofilms, són capaços d'adaptar-se i viure a diferents tipus de superfícies. Poden ser fongs, bacteris o protists (organismes amb estructura molt simple).

En l'estudi mencionat a l'apartat anterior, *Human Consumption of Microplastics*, Kieran Cox et al. (2019), també es van analitzar les partícules de microplàstic que bevem addicionalment segons l'aigua que consumim. Si aquest consum és l'adequat segons alçada, pes i edat, la gent que beu aigua de l'aixeta

ingereix unes 4.000 partícules addicionals, mentre que els que beuen aigua d'ampolla, consumeixen fins a 90.000 partícules més.

### 2.2.2. A la sal de taula

Segons un estudi realitzat per Ji-Su Kim et al.(2018), 36 de 39 marques de sal analitzades contenen microplàstics. Aquestes marques són de 21 països diferents d'Europa, Àsia, Àfrica, Nord Amèrica i Sud Amèrica. Una de les principals troballes va ser que la densitat dels microplàstics varia molt de marca en marca, sent major en marques asiàtiques. Seung-Kyu Kim, un dels professors que va participar en l'estudi, afirma que "la ingesta humana de microplàstics a través de productes està molt relacionada amb les emissions de la regió".

Podem distingir diferents tipus de sal depenent del seu origen i la seva font d'extracció. Les sals més comunes són les següents:

- *Sal marina:* S'obté de l'evaporació de l'aigua marina mitjançant salines. Les salines són llocs on es deixa que l'aigua marina s'evapori per així obtenir sal. Generalment, la sal marina, a causa de la manera en què s'aconsegueix, no és tan processada com la sal de taula. Això fa que tingui uns oligoelements i minerals que li confereixen tant sabor com color. Actualment, hi ha empreses i establiments que prefereixen utilitzar la sal marina, ja que és més "natural" que la de taula.



Figura 15. Sal marina.

Per cada kilogram d'aigua marina, la sal és només un 3,5%. La sal està formada principalment per clor i sodi, amb un 55% i un 30,6% respectivament. A més compta amb un 7,7% de sofre, un 3,7% de magnesi, un 1,2% de calci i un 1,1% de potassi. El 0,7% restant el formen altres elements.

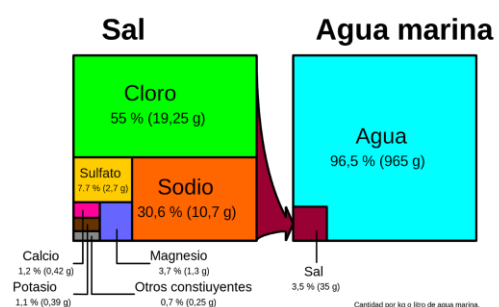


Figura 16. Percentatges de la composició de la sal.

- *Sal de taula*: També és coneguda com a sal comuna i la seva fórmula química és la més coneguda: NaCl, ja està formada en la seva majoria per clorur de sodi. Tot i que aquest és el component principal, també conté magnesi, potassi i iode. Com la sal marina, es pot obtenir mitjançant salines, tot i que hi ha altres maneres: a través de mines, fonts o altres mitjans industrials. La principal diferència entre la sal comuna i la marina és que la de taula ha estat refinada, i per tant, més processada. Una altra diferència és que la sal comuna no conté els minerals i oligoelements que té la sal marina per no ser processada. A més de no tenir-los, a la sal comuna se li afegeixen additius, generalment per prevenir l'aglomeració.



Figura 17. Sal de Taula

Moltes vegades s'ha dit que la sal marina és més natural i saludable que la sal comuna, ja que no ha sigut tan refinada. Això es va desmentir en un estudi fet a Anglaterra per la revista *Which?* i CASH (2011), actualment conegut en anglès com *Action on Salt*, on es va comparar els components de la sal marina i comuna de diferents marques gastronòmiques i l'efecte que tenen en les persones. Es va descobrir que la sal marina no beneficia ni perjudica la salut comparada amb la sal comuna.

- *Sal de l'Himàlaia*: És sal de roca i s'extreu de mines properes a l'Himàlaia, majoritàriament a Pakistan i és originària del període conegut com el Juràssic, fa més de 250 milions d'anys. Molta gent considera que aquest tipus de sal és la més pura que existeix a causa del fet que durant molt de temps les mines van estar cobertes de lava, impeding que la sal fos contaminada per tòxics i altres substàncies. Quan es parla de sal de roca un dels mètodes més comuns per extreure-la és mitjançant l'explotació de les mines que pot ser o bé sense explosius o bé amb ells.

El seu color característic prové dels diferents minerals pels quals està composta com el calci, el potassi o el magnesi. A més, el seu color fa que

sigui utilitzada per a fer làmpades. Pot ser utilitzada de la mateixa manera que la sal de taula.



*Figura 18. Sal de l'Himalàia*

- *Flor de sal*: Rep el seu nom a causa de la forma de cristallització, la qual són milers de cristalls en forma de flor. S'obté canalitzant l'aigua del mar a basses tancades, allà, el sol evapora part de l'aigua i la sal queda flotant a la superfície.

Aquesta sal és considerada un producte gourmet, és a dir d'alta qualitat i prestigi. Té una quantitat de clorur de sodi més baix que la sal de taula, entre 16 i 20 vegades més de magnesi i el doble de potassi i calci que la sal marina. La flor de sal consta de 80 tipus de minerals i oligoelements.



*Figura 19. Flor de sal.*

Una variant a aquestes sals seria l'ecològica. Pot haver-hi sal ecològica de tots els tipus esmentats anteriorment. La diferència entre la sal "normal" i la sal ecològica és que aquesta última no és refinada ni té additius. A més, generalment, els grans de sal ecològica són més grans que els de la sal "normal".

### **2.3. A altres productes**

Hi ha productes els quals estan fets de plàstic i per tant, quan és descompon es transforma en microplàstics. És el cas dels pneumàtics, els quals són un exemple típic, ja que hi ha molts casos en els quals no es reciclen de la manera correcta un cop ja no s'utilitzen.

En els últims anys s'han fet molts estudis relacionats amb les quantitats de microplàstics que es desprenen de diferents productes i que acaben en el mar. El que tots aquests estudis tenen en comú, independentment dels autors i els objectius d'estudis, és que tots diuen que un cop els microplàstics acaben al mar i els animals se'ls mengen, entren en la cadena alimentària, i per tant, la possibilitat que als



nostres plats hi hagin microplàstics és molt elevada. Això portaria també a possibles problemes de salut relacionats amb els components dels plàstics.

- **Pneumàtics:** Estan formats per goma i plàstic i, encara que no ho sembli, la quantitat de plàstic utilitzada és major que la de goma (60% plàstic). Segons l'estudi fet per Pieter Jan Kole et al. (2017), només al Regne Unit de mitjana unes 63.000 tones de microplàstics acaben a l'aire de mitjana.

A més, han calculat que els microplàstics que provenen dels pneumàtics constitueixen d'un 5-10% dels microplàstics totals que acaben als oceans i d'un 3-7% dels que hi ha a l'aire. Aquestes micropartícules a l'aire, d'acord amb l'estudi realitzat el 2018 per l'OMS, contribueixen a una baixada de qualitat de l'aire, el que provoca morts prematures.

Andreas Stohl, del *Norwegian Institute for Air Research*, el juliol del 2020, va investigar la contaminació atmosfèrica per part dels microplàstics, i, a causa de la seva abundància, es van centrar en les micropartícules dels pneumàtics. Stohl assegura que “les carreteres són una significant font de microplàstics a àrees remotes, incloent-hi els mars i oceans”. Un dels resultats obtinguts va ser que un pneumàtic perd uns quatre quilograms de microplàstics al llarg de la seva vida, el qual és un nombre molt elevat comparat als microplàstics que es desprenen de les nostres robes. Stohl assegura que “no perdrem quilograms de plàstic de la nostra roba”.

L'equip d'investigadors va utilitzar dos mètodes per saber la quantitat de microplàstics que es desprenen dels pneumàtics i després van utilitzar mètodes de circulació atmosfèrica per veure com aquestes micropartícules poden viatjar pel globus terraqüi. De totes maneres, hi ha dades que s'escapen, segons Stohl, com el ritme al qual les micropartícules cauen quan hi ha pluja.

Per últim, l'estudi també adreça els cotxes elèctrics, assegurant que al ser, generalment, més pesats que els convencionals, desgasten més pneumàtics, el que faria que hi hagués més micropartícules a l'aire.

- **Pilotes de tennis:** la seva capa externa està formada per politereftalat d'etilè (PET). Aquest tipus de plàstic amb el temps i l'ús de la pilota es desgasta i es descompon en micropartícules, les quals després acaben en la pols i per tant, a l'aire.
- **Cosmètics i productes d'higiene:** Tot i que en molts la seva presència és intencionada, no deixen de ser perjudicials. Un dels productes dels quals més es parla són els exfoliants, els quals tenen unes micropartícules conegudes com a microperles, les quals són un tipus de microplàstic que s'utilitzen específicament per a exfoliar. Aquestes microperles, un cop les utilitzem, marxen pel desguàs, acabant al mar i als oceans, on els animals les confonen amb aliments i moren.

Un altre producte diari que conté microplàstics és la pasta de dents. Igual que en la resta de cosmètics i productes, el problema no està en l'efecte que té en nosaltres, sinó el que més tard té quan les microperles arriben al mar.

- **Roba sintètica:** D'acord amb un estudi realitzat el 2018 per la institució britànica *Institution of Mechanical Engineers*, el 35% dels microplàstics que acaben al mar provenen de la roba sintètica i cada cop que es renta, es desprenen de la roba unes 700.000 microfibrilles, les quals acaben al clavegueram i més tard als oceans.
- **Purpurina:** Aquest material, molt utilitzat a les escoles i escoles bressol per a diverses treballs manuals, són un perill per al medi ambient. Estan fetes de làmines de plàstic, generalment fetes dels dos tipus de plàstic coneguts com a PET i PVC. A més del plàstic, a la purpurina, perquè brilli més, se li afegeix alumini. Aquests plàstics, com molts altres, acaben al clavegueram i més tard als plàstics, on són consumits pels animals.

Quan es pregunta a Richard Thompson, un biòleg marí i expert en microplàstics, diu que "mentre que hi ha evidència de l'acumulació de microplàstics en general i evidència del mal que fan, falta una evidència clara de la purpurina específicament". Vol dir que tot i que se sap que acaba al

mar, no se sap segur ni la quantitat ni com afecta exactament als ecosistemes marins. A més, Thompson ha dit que "tenim partícules de microplàstics al voltant d'un terç de 500 peixos que hem examinat al Canal de la Mànega, però no hem trobat cap mostra de purpurina".

Com que no se sap amb certesa com afecta la purpurina als mars, tant Thompson com Alice Horton, una associada de recerca del centre Britànic per a l'ecologia i hidrologia, coincideixen en el fet que prohibir la purpurina seria una mesura massa dràstica, però que s'hauria de fer alguna mesura per a regular la seva producció i el seu ús.

### **3. Conscienciació dels usuaris**

El març del 2020, Lesley Henderson i Christopher Green van publicar un estudi on analitzaven el coneixement de la gent i la seva consciència sobre els microplàstics, i com les xarxes socials i les noves tecnologies juguen un rol important.

L'estudi, el qual va ser realitzat entre el 2016 i el 2017, va constar de sis grups. En alguns d'aquests grups, els participants no tenien cap mena de coneixement sobre els microplàstics, i en altres grups els individus mostraven una mica més d'interès i més consciència i, per tant, sí que estaven més informats sobre que són i l'abundància dels microplàstics. La majoria de persones que van participar en l'estudi no eren conscients dels problemes amb els microplàstics i molt pocs relacionaven el consum propi de plàstics amb els nivells de contaminació plàstica actual. Un altre sector dels participants havia sentit parlar abans de les denominades microperles per mitjans de comunicació, siguin les notícies o articles en línia, tot i això, la majoria associaven la contaminació plàstica amb fotografies d'animals marins enredats en plàstics o en la coneguda *Great Pacific Garbage Patch*, la gran "illa" de plàstic que hi ha al nord de l'oceà Pacífic.

## **PART PRÀCTICA**

Després de tota la informació que he recollit sobre els diversos llocs on podem trobar microplàstics, he decidit enfocar la part pràctica en l'anàlisi de la sal i l'aigua, ja que són dos productes que consumim habitualment i que estan molt presents en les nostres vides diàries. Alhora, vam voler saber si les condicions del lloc de treball podien afectar els resultats, per això vam provar diverses condicions de treball tant per la sal com per l'aigua. En el cas de l'experiment amb sal, vam provar tres protocols diferents: campana de flux laminar, campana extractora convencional i sense campana. En l'experiment amb aigua s'han utilitzat només dos protocols: campana de flux laminar i campana extractora convencional.

Els dos experiments els vaig realitzar a la Facultat de Geologia de la Universitat de Barcelona, però degut a la situació de pandèmia en la que ens trobem ens ha resultat impossible poder acudir més d'una vegada a la Facultat. Per aquesta raó, els experiments van ser realitzats simultàniament, i per tant no vam poder aplicar les troballes d'un en l'altre. Tampoc vam poder realitzar rèpliques per comparar i treure conclusions exactes, ja que la situació no ens ha permès reunir-nos més d'un cop.

### **Experiment 1: Podem trobar microplàstics en la sal? Té alguna relació la quantitat de microplàstics amb les condicions de treball?**

#### **1 Objectiu:**

Analitzar un exemple de sal marina (Sal Costa) i un de sal marina ecològica per descobrir si tenen microplàstics. Analitzar aquests filtres amb tres protocols diferents: amb campana d'extracció convencional, amb campana de flux laminar i sense campana, per veure si les condicions de treball afecten en els resultats.

#### **2 Hipòtesi:**

És possible que trobem microplàstics en totes les sals, però poder trobem més en les que han sigut filtrades sense campana, ja que han estat en contacte directe amb l'aire. A més, és probable que trobem més microplàstics a la sal costa, ja que

l'ecològica és menys refinada i per tant ha passat menys processos que han pogut fer que se li afegeixin microplàstics.

### 3 Material:

Tot el material ha sigut netejat abans de ser utilitzat. Recipients de vidre.

- Sal Costa lodada
- Sal Marina Ecològica
- Bàscula de 4 dècimes de precisió
- Cullera
- Bomba de Buit
- Matràs aforat
- Vas de precipitats
- Aigua destil·lada
- Aigua Ultrapura (protocol flux laminat)
- Vidre de rellotge
- Filtres Milli Pore 0,45µm
- Paper per de cuina
- Roba de colors i de cotó (per no contaminar)
- Blanc de control (filtre Milli Pore)



Figura 20. Sal marina ecològica (a), sal marina Costa (b), aigua destil·lada (c), roba de color (d, e), vidres de rellotge (f), filtres Milli Pore (g)

#### 4 Disseny experimental

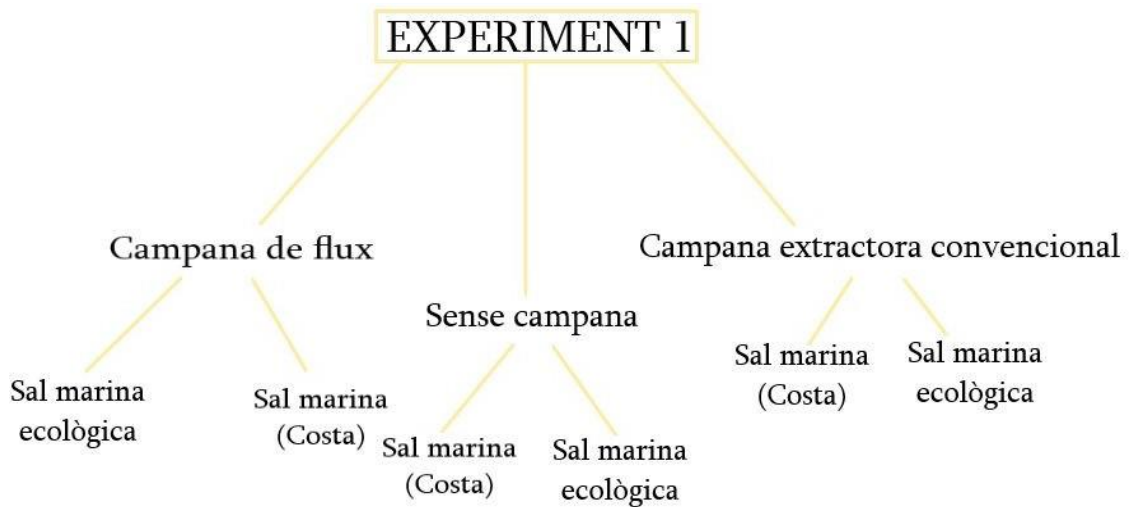


Figura 21. Disseny experimental experiment 1.

#### Procediment:

1. Netejar la zona de treball amb paper.
2. Pesar la sal amb la bàscula. La concentració és de 100 grams de sal/ L d'aigua.
3. Fer la dissolució de la sal amb l'aigua destil·lada.
4. Barrejar amb la vareta de vidre fins que estigui ben dissolt.
5. Filtrar la solució amb la bomba de buit amb el filtre Milli Pore.
6. Durant tot el procés cal tenir un blanc de control, que ha d'estar destapat tota l'estona de treball.
7. Escanejar amb la impressora els filtres i fer l'anàlisi



Figura 22. Preparació de la dissolució (a).  
Filtració de la dissolució (b)

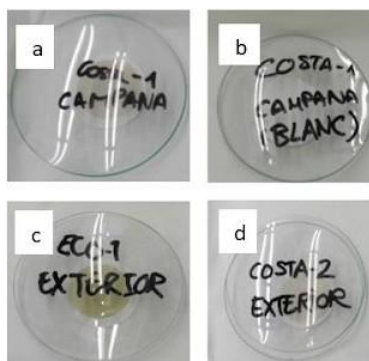


Figura 23. a) Filtre sal maria Costa protocol de campana extractora convencional. b) Filtre blanc de control sal marina Costa protocol de campana extractora convencional. c) Filtre sal marina ecològica protocol sense campana. d) Filtre sal marina Costa protocol sense campana.

## 5. Resultats:

Els resultats obtinguts han sigut els següents segons els protocols:

- Campana de flux laminar: Tal i com es pot apreciar a la figura 23 a), en la sal marina s'han trobat diverses microfibrilles i micropartícules. Per poder especificar el tipus de micropartícules presents s'haurien d'analitzar i investigar. El color del filtre és rosat degut a que la sal i altres minerals poden venir acompanyats amb altres materials detrítics, com l'argil·la en aquest cas. En el cas de la Sal Marina ecològica (figura 23 b), el nombre de microfibrilles ha sigut molt reduït, trobant-ne puntulament alguna, però no en abundància i menys present que en la sal Costa.
- Campana extractora convencional: Com es pot veure en la figura 23 c), en la sal marina s'han trobat bastantes microfibrilles, però no micropartícules. En canvi, en la sal ecològica (figura 23 d) si que s'han trobat micropartícules, però per saber si són microplàstics s'hauria de fer una anàlisi més profund. També s'han trobat tres o quatre microfibrilles.
- Sense campana: En la sal marina (figura 23 e) s'han trobat més microfibrilles que en la sal ecològica, i principalment de color foscos. Al igual que a la sal marina, a l'ecològica (figura 23 f) s'han trobat fibres més fosques, no de colors vius, i en canvi, les microfibrilles eren de menor tamany comparat amb l'altre tipus de sal. Tant en la marina normal com en l'ecològica hem trobat algunes micropartícules.

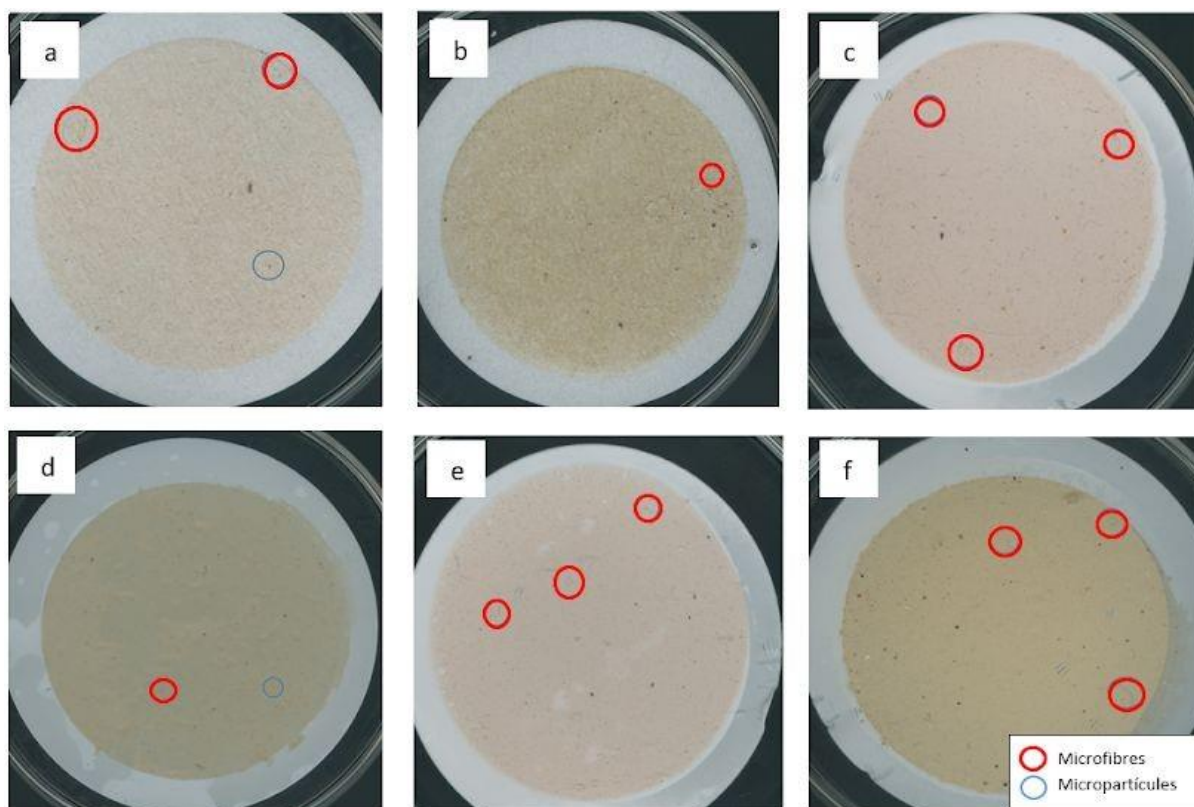


Figura 24. a) Filtre Sal Costa (Flux laminar); b) Filtre Sal Ecològica (Flux laminar); c) Filtre sal Costa (campana extractora); d) Filtre sal ecològica (campana extractora); e) Filtre sal Costa (Poyata. Sense campana); f) Filtre sal ecològica (poyata. Sense campana).

Els blancs de control és un mètode per controlar els possibles microplàstics en l'ambient. Aquest blanc ha estat descobert durant tot l'experiment, per comprovar la qualitat de l'ambient en el que treballem. En cap de les variant s'ha trobat una quantitat de microplàstics, ja sigui microfibrilles o micropartícules, prou elevada com per a què pugui tenir un efecte rellevant en els filtres i els resultats de la sal.

Taula 1. Abundància qualitativa de microplàstics segons les condicions de treball i la sal analitzada.

	Sal marina (Costa)		Sal marina ecològica	
	Microfibrilles	Micropartícules	Microfibrilles	Micropartícules
Campana de flux	++	++	+	+
Campana extractora convencional	++	-	+	+
Sense campana	+++	++	++	+



LLEGENDA	
- Gens	++ Bastantes
+ Poques	+++ Moltes

## 6. Discussió de resultats:

L'experiment s'ha realitzat amb tres protocols diferents (dos tipus de campana i sense campana) per comprovar si la diferència entre les condicions de treball interferia o afectava d'alguna manera a la quantitat de microplàstics que s'han trobat. En els tres protocols, l'espai de treball era net, i es diferenciaven en l'ús de campana (utilitzada com a filtre per l'aire) o la seva absència.

Si analitzem els microplàstics trobats segons el tipus de sal, podem observar que en totes les mostres de sal marina, indiferentment del protocol aplicat, s'han trobat microfibrilles, i en el cas del protocol de la campana de flux (protocol on l'aire és més filtrat) també s'han observat microfibrilles. En el cas de la Sal marina ecològica s'han trobat, en comparació, un nombre menor de microfibrilles, però un nombre major de micropartícules, tot i que no es pot saber del cert si són microplàstics o no. Això ens ha portat a deduir que, degut a les quantitats obtingudes, és irrelevant l'ús de campana, ja que no hi ha gaire diferència entre les quantitats de microplàstics que hem trobat amb o sense.

En tots els protocols es va utilitzar roba de colors vius (verd, groc, rosa) per a poder distingir en cas de que les mostres siguessin contaminades per la roba. La roba era 100% de cotó, ja que d'aquesta manera no existia la probabilitat de confondre entre microplàstics de la nostra roba i de la sal. Es van trobar que, en les microfibrilles trobades, el color no era tan viu com el de la nostra roba, sinó que sempre eren fosques. Aquest fet ens ha portat a pensar que ni la roba ni les bates han afectat a la quantitat de microplàstics que hem trobat.

Vam triar la sal marina i la sal marina ecològica ja que la diferència entre aquests dos tipus és que l'ecològica és menys refinada. Si és menys refinada la probabilitat de que se li hagin afegit microplàstics durant la seva producció és molt menor. En

efecte, aquesta hipòtesi es confirma, ja que on en la sal marina podem trobar bastantes microfibras, en la sal ecològica en trobem molt poques. Amb les micropartícules passa el mateix, trobem major quantitat en la sal marina Costa que en l'ecològica.

## **7. Conclusions de l'experiment:**

Arrel dels resultats obtinguts i les seves valoracions, hem pogut arribar a les conclusions següents:

- El fet que hi hagi campana o la seva absència és irrellevant, les quantitats observades són massa semblants com per poder tenir en compte la seva influència. Per tant, la hipòtesi de que trobariem menys en els filtres fets amb campana podem afirmar que és errònia.
- De la mateixa manera, portar bata o no no és important ja que les microfibras que s'han obtingut no eren del color de la roba que portem. Igualment, podem concloure que el material pel qual està format la roba no ha afectat ja que no s'han trobat microfibras que no fossin plàstiques.
- Per últim, podem confirmar la nostra hipòtesi de que la sal ecològica conté menys microplàstics que la Sal Costa, atès que hem trobat menys micropartícules i microfibras en les mostres d'ecològica que en les de Costa. Podem saber que la sal té microplàstics ja que si els que hem observat fossin només de l'aigua amb la que s'han filtrat les sal, s'obtindrien els mateixos microplàstics en totes les mostres.

## **Experiment 2: És possible trobar microplàstics a l'aigua? Influeix l'ambient en la quantitat de microplàstics?**

### **1. Objectiu:**

Analitzar les mostres d'aigua (destil·lada, Viladrau i d'aixeta) per descobrir si tenen microplàstics. Analitzar aquests filtres amb tres protocols diferents (amb campana

d'extracció convencional i campana de flux laminar) per veure si les condicions de treball afecten en els resultats.

## 2 Hipòtesi:

Esperem trobar menys microplàstics en l'aigua Viladrau, ja que és la més comuna per al consum humà, i per tant la que més cuidada i neta hauria d'estar.

## 3 Material:

- Bomba de Buit
- Matràs aforat
- Vas de precipitats
- Aigua destil·lada
- Aigua Ultrapura (protocol flux laminat)
- Aigua Viladrau
- Aigua d'aixeta
- Vidre de rellotge
- Filtres Milli Pore 0,45µm
- Paper per de cuina
- Roba de colors i de cotó (per no contaminar)
- Blanc de Control (Filtre Milli Pore)

## 4 Disseny experimental

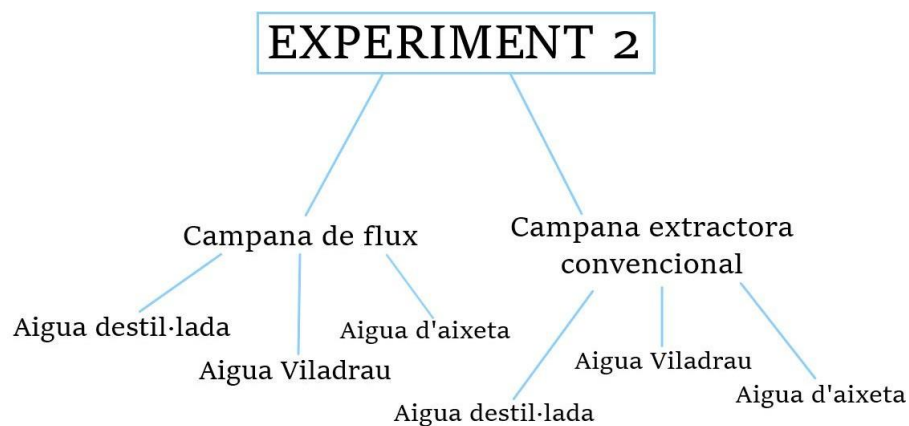


Figura 25. Disseny experimental de l'experiment 2

### Procediment:

1. Netejar bé l'espai de treball amb aigua i paper de cuina.
2. Agafar 1L d'aigua d'un dels tres tipus.
3. Amb la bomba de buit, filtrar l'aigua amb el filtre Milli Pore.
4. Descobrir el blanc de control durant tot l'experiment.
5. Un cop feta la filtració, deixar el filtre en el vidre de rellotge i cobrir-lo.
6. Escanejar el filtre amb la impressora i analitzar-lo.
7. Repetir el procediment amb un altre tipus d'aigua amb el mateix protocol. Un cop fetes les tres mostres, canviar de protocol.

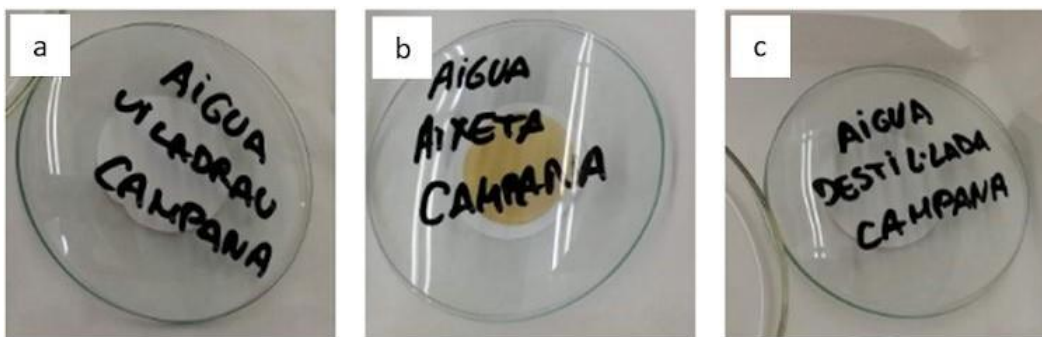


Figura 26. Filtres protocol amb campana extractora. a) Aigua Viladrau; b) Aigua d'aixeta; c) Aigua destil·lada

## **5 Resultats**

Els resultats obtinguts han sigut els següents segons els protocols:

- Protocol amb campana de flux laminar: Com podem observar en la figura 25 a, en l'aigua ultrapura (utilitzada exclusivament en aquest protocol) s'han trobat diversos colors de microplàstics, entre ells el vermell, el blau o el taronja. Especificant, s'han trobat micropartícules i microfibrilles. En l'aigua destil·lada (figura 25 b), s'han trobat bastantes més micropartícules i microfibrilles, que a l'aigua ultrapura. En canvi, en la mostra de l'aigua Viladrau (figura 25 c) únicament hem trobat una o dues microfibrilles.

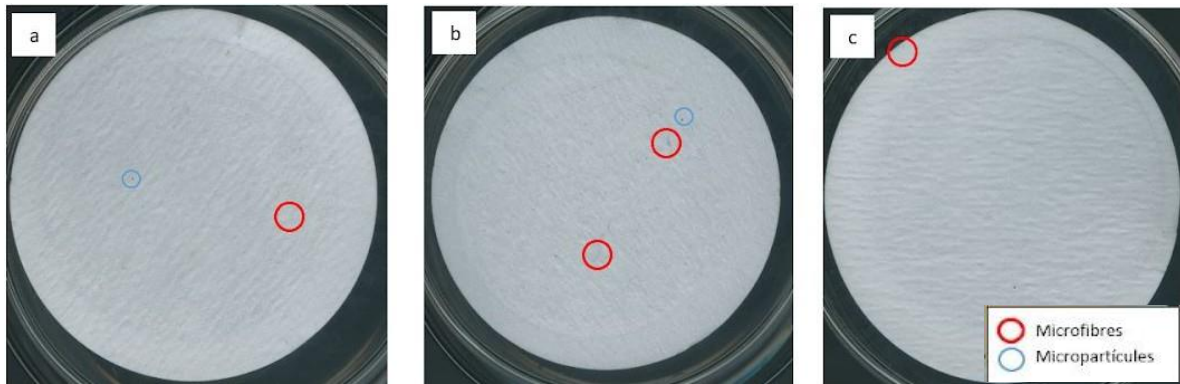


Figura 27. Filtres amb campana de flux laminar. a) Aigua ultrapura; b) Aigua destil·lada; c) Aigua Viladrau.

- Protocol amb campana extractora convencional: En l'aigua destil·lada (figura 26 c) s'han trobat tant micropartícules com microfibrilles. Aquestes últimes poden ser o de plàstic o de roba. Les de plàstic són les microfibrilles més llargues, i les més curtes són les de roba. En el cas de l'aigua Viladrau (figura 26 d), s'ha trobat un filtre molt net, amb micropartícules molt petites i només dues microfibrilles molt petites. En el cas de l'aigua de l'aixeta s'han agafat dues mostres, la primera just al obrir l'aixeta (figura 26 b) i la segona havent deixat un període de temps (cinc minuts) per a que corri l'aigua (figura 26 a). En el primer cas, no s'han trobat microfibrilles però sí micropartícules. En canvi, en el segon cas, s'ha trobat brutícia però cap microplàstic (ni microfibrilles ni micropartícules).

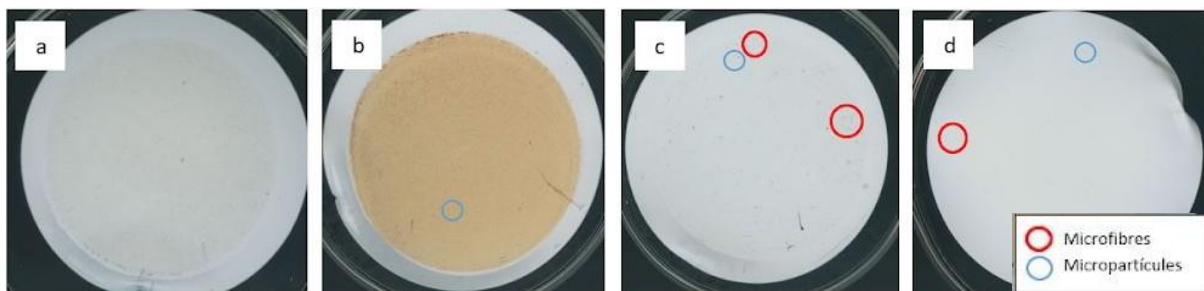


Figura 28. Filtres amb campana extractora convencional. a) Aixeta oberta durant 5 minuts; b) Aixeta sense obrir abans; c) Aigua destil·lada; d) Aigua Viladrau.

Taula 2. Presència de microplàstics segons el tipus d'aigua i de campana.

	Aigua Destil·lada	Aigua Ultrapura	Aigua Viladrau	Aigua d'aixeta	
				Just a l'obrir l'aixeta	Oberta 5 minuts
Campana de flux	+++	++	Poques	<b>No s'ha realitzat amb aquest protocol</b>	
Campana extractora convencional	++	<b>No s'ha realitzat amb aquest protocol</b>	Poques	+	-

LLEGENDA	
- Gens	++ Bastantes
+ Poques	+++ Moltes

## 6 Discussió dels resultats

Amb els resultats que hem obtingut, he pogut confirmar per mi mateixa el que diuen tots els estudis que he analitzat, els microplàstics estan presents en l'aigua que bevem. Podem relacionar-ho amb la recerca de Mary Kosuth et al. (2017). En aquest cas, els seus resultats afirmen que es van trobar microfibrilles a un 83% de les mostres d'aigua analitzades, això es reflecteix en les nostres anàlisi, on hem trobat mostres de microfibrilles i micropàrticules en totes les aigües menys en una (aigua d'aixeta).

En canvi, els resultats de l'estudi de Sherri Mason et al. (2018), no concorden amb els nostres. En aquell cas, afirmen trobar fins a 10.000 partícules/L en aigua de 11 marques diferents i, en canvi, nosaltres, en aigua que consumim diàriament, només n'hem trobat un parell de microfibrilles. És possible que això sigui pel fet de que les marques analitzades provenen de diferents països, i per tant, diferents maneres de regular els continguts que van a l'aigua. Tot i les diferències de quantitat, l'aigua Viladrau es pot incloure en el 93% de les 11 marques que van analitzar i contenen microplàstics.

Lligat amb les diferències de regulació del tractament de l'aigua, l'OMS (2019) va dir que la manera més probable per la que els microplàstics poden entrar a l'aigua és

per la seva distribució i el seu tractament. Això indica que cada país tindrà una quantitat de microplàstics en les seves aigües depenent del control que tinguin sobre els continguts en elles.

Deixant de banda l'aigua potable, els resultats que hem obtingut en les anàlisi dels filtres ens indiquen clarament que l'aigua on més abundància de microplàstics hi ha és la destil·lada. Això resulta sorprenent i alarmant ja que és l'aigua que generalment s'utilitza per treballar en molts laboratoris, i voldria dir que molts experiments podrien estar contaminats. Tot i no ser el mateix tipus d'aigua, les quantitats que hem obtingut en l'aigua ultrapura i els que hem obtingut en l'aigua destil·lada són semblants (contenen microfibras i també micropartícules). A més, en el cas de l'aigua destil·lada, també s'han pogut distingir microfibras de teixit, però no dels colors de la nostra roba, per tant no hem sigut nosaltres qui l'hem contaminat.

Per últim, les dues aigües menys contaminades són les de l'aixeta: en la primera mostra (recollida immediatament després d'obrir l'aixeta) no es van trobar ni microplàstics ni microfibras. Això ens va sorprendre ja que quan vam fer la filtració, el resultat va ser un filtre molt brut. Ho hem pogut explicar degut a que sí que hem trobat brutícia, però no plàstics. D'altra banda, en l'altra variant d'aquesta aigua, hem trobat micropartícules però no microfibras.

## **7. Conclusions de l'experiment**

La principal conclusió que podem treure és que l'aigua amb menys microplàstics és la d'aixeta, i en canvi la que té més és la destil·lada. Hem arribat a la conclusió de que fer un anàlisi més profund en l'aigua destil·lada seria interessant ja que és la que s'utilitza en la majoria d'experiments de laboratori.

D'altra banda, podem concloure que els protocols que hem utilitzat (campana extractora i campana de flux) són irrellevants, ja que hem obtingut quantitats similars en tots dos casos.

Per últim, donat que els experiments van ser simultanis no vam poder aplicar els resultats que vam obtenir en l'experiment de la sal. Per tant, no se sap segur si tots els microplàstics observats a la sal són seus o de l'aigua amb la que va ser filtrada

(destil·lada). Sí que és cert que la quantitat de microfibras i micropartícules trobades en la sal eren més abundants que les que vam trobar en els filtres de l'aigua. Considerant això, cal dir que aquests experiments són preliminars, per tant s'haurien de fer més experiments amb més rèpliques i aplicant a l'experiment de la sal els resultats que hem obtingut als de l'aigua.

### **Experiment 3: És la gent conscient de l'existència dels microplàstics? Quines mesures podem prendre per reduir el consum de plàstic?**

Després de realitzar la recerca i investigar, em va sorgir un altre dubte, quant sap la població sobre els microplàstics a un nivell divulgatiu? I si en saben alguna cosa i creuen que ens trobem amb un problema gros, que farien per canviar-ho. A més, m'interessa saber si l'edat és rellevant en quant el coneixement o la ignorància sobre els microplàstics. Per això he realitzat una enquesta a 200 persones de manera anònima, amb l'objectiu de resoldre les meves qüestions i poder arribar a una conclusió sobre quines serien les mesures que podem prendre com a societat per disminuir aquesta contaminació plàstica i ajudar-nos a nosaltres mateixos i al medi ambient.

#### **1. Anàlisi de les preguntes**

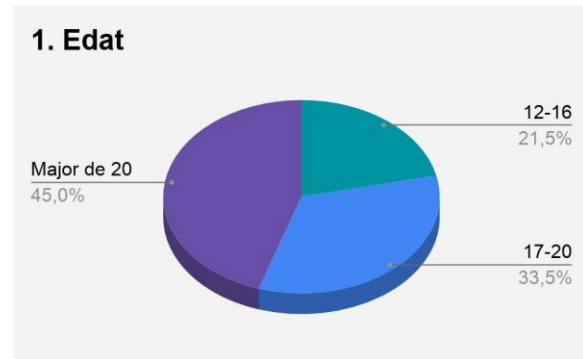
Com he mencionat abans, les preguntes fetes en l'enquesta van totes encarades a saber la conscienciació que té la gent sobre els microplàstics i quines mesures establirien per reduir la contaminació plàstica.

La primera qüestió ha sigut saber l'edat dels participants. He dividit l'edat en tres franges de 12 a 16 anys, de 17 a 20 i majors de 20. La raó per això és saber si l'edat és un paràmetre que afecta en el coneixement dels microplàstics. Els resultats han sigut que un 45% (90 usuaris) dels enquestats són majors de 20 anys, un 33,5% (67 usuaris) estan en la franja entre 17 i 20 anys i el 21,5% (43 usuaris) restant estan en la franja entre 12 i 16 anys. He dividit les edats així perquè els individus que actualment han d'estar cursant educació secundària obligatòria (ESO), franja entre 12 i 16 anys, i els que poden estar fent educació postobligatòria o acaben d'entrar a

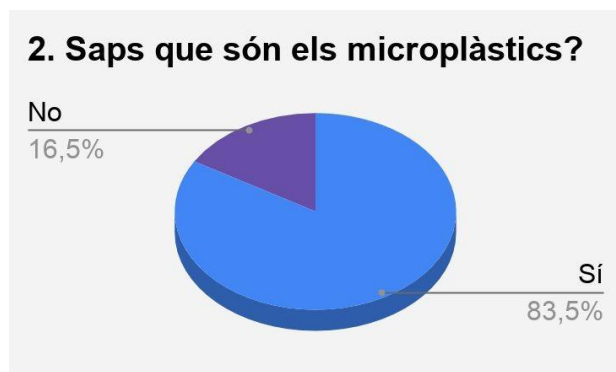


la universitat és possible que hagin rebut més educació sobre aquest tema que els majors de 20.

Figura 29. Pregunta 1: "Edat"



La pregunta dos: "Saps què són els microplàstics?", té com a objectiu saber quants dels enquestats saben de l'existència dels microplàstics. De 200 persones, només 33 (16,5%) han negat saber què són, mentre que els 167 restants (83,5%) han dit que sí que ho saben. En comparar aquestes dades amb les de l'anterior he resolt un dels meus plantejaments, si l'edat afecta o no en el coneixement dels microplàstics. Dels 33 usuaris que han respost que no saben que eren els microplàstics, 13 estan



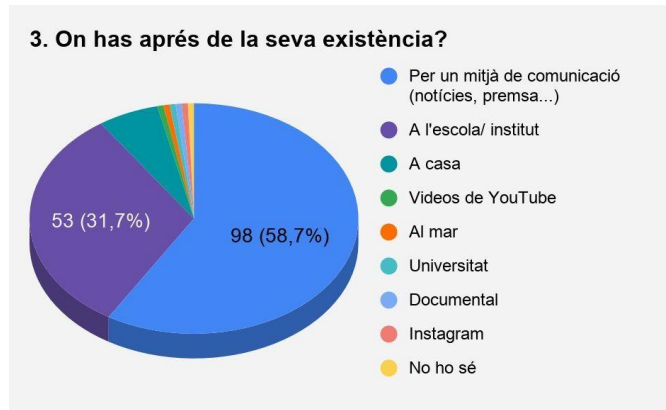
en la franja de 12 a 16, 11 en la franja de 17 a 20 i la resta, 9 usuaris, són majors de 20. Podem descartar que la gent més jove és la que més informació ha rebut o, en cas d'haver rebut la informació, és el sector en què menys ha impactat.

Figura 30. Pregunta 2: "Saps què són els microplàstics?"

La tercera qüestió, "On has après de la seva existència?", anava dirigida especialment cap a les persones que havien respost que coneixien de la seva existència en la pregunta anterior. S'han donat tres respostes principals, tot i que cada usuari podia afegir la seva pròpia. Un 58,7% ha triat la resposta "Per un mitjà de comunicació", ja sigui internet, la premsa, les notícies... Un 31,7% han triat "a l'escola/institut" i només un 6% ha après de la seva existència a casa. Hi ha hagut 6 usuaris que han triat altres opcions. Entre aquestes opcions es troba Instagram, vídeos a YouTube o en documentals, que poden ser afegides a mitjans de

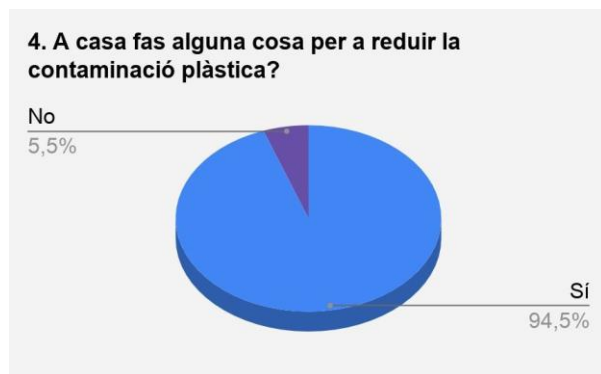
comunicació. Una altra persona ha après de la seva existència en la universitat i una última no ho sap ben bé.

Figura 31. Pregunta 3: “On has après de la seva existència?”



La quarta pregunta és “A casa fas alguna cosa per reduir la contaminació plàstica?”. Amb

aquesta qüestió volia saber quantes persones que han fet l'enquesta reciclen o tracten de fer alguna cosa a casa per minimitzar l'ús dels plàstics. De 200 persones,

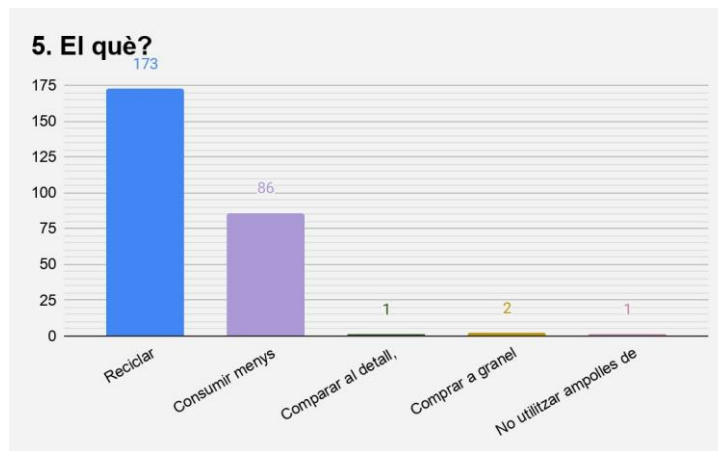


189 (94,5%) prenen mesures a casa per amortitzar l'ús dels plàstics que consumeixen, mentre que el 5,5% restant no pren cap acció. Un punt a favor és que un 94,5% ho fan i la majoria són la generació del futur, amb el temps el 5,5% restant ho pot acabar fent també.

Figura 32. Pregunta 4: “A casa fas alguna cosa per reduir la contaminació plàstica?”

La cinquena pregunta, “El què?” té com a objectiu conèixer què fan les persones per remeiar l'ús dels plàstics i ajudar al medi ambient. Les accions proposades eren reciclar, intentar consumir menys plàstics i una tercera opció per afegir respostes pròpies. A més les respostes eren de múltiple resposta, és a dir, un usuari podia escollir les dues opcions plantejades i afegir una altra si ho compleix. L'acció que més persones realitzen és el reciclatge, amb 173 usuaris, d'altra banda, 87 persones intenten consumir menys plàstics. Aquests valors tenen en compte les persones que han escollit les dues opcions. A més, dues persones compren a granel com a mesura extra, mentre que una no utilitza ampolles de plàstic i una última compren al

detall i utilitzen bosses de tela. Els resultats indiquen que, en general, no es pren només una mesura, sinó que els enquestats tracten d'aplicar els recursos que tenen



per evitar més plàstics al medi ambient. Les mesures "extra" que algunes persones fan, com comprar a granel o amb bosses de tela, reflecta que hi ha un cert grup que posen més esforç que d'altres.

Figura 33. Pregunta 5: "El què?"

La sisena qüestió, "consideres que la conscienciació de la gent envers els microplàstics i la seva contaminació és suficient?", reflecteix les opinions sobre la gravetat del problema amb els plàstics i si estem fent suficient o hauríem de prendre més mesures. 192 persones (96%) han dit que la consciència que tenim actualment no és suficient. Els 8 (4%) usuaris restants han dit que sí que és suficient. Les xifres reflecteixen que realment sabem que ens enfrontem a un problema pel qual encara no tenim solució ni els coneixements necessaris.

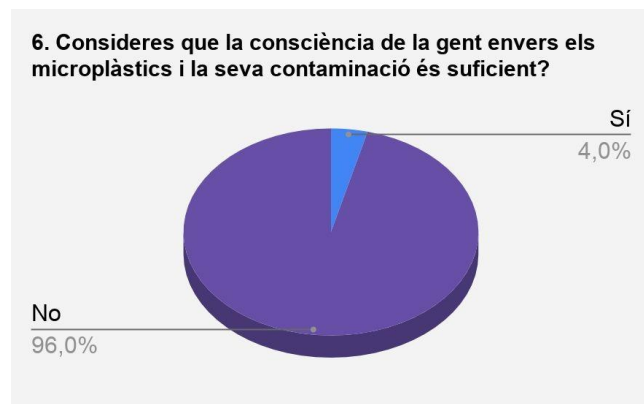


Figura 34. Pregunta 6: "Consideres que la conscienciació de la gent envers els microplàstics i la seva contaminació és suficient?"

Per últim, la pregunta set, "com creus que podria conscienciar més a la gent que creu que els microplàstics no són un problema?", està enfocada en saber quines mesures les persones que han realitzat l'enquesta creuen que poden ser efectives a l'hora de reduir la contaminació plàstica. La pregunta era oberta, per tant cada persona ha pogut aportar més d'una mesura. Les respostes més populars han sigut "Mostrar els efectes de la contaminació plàstica", amb 53 persones que opinen que

és una mesura efectiva, i “educar i informar més sobre el problema”, aquesta amb 45 persones que la consideren una mesura efectiva. Lligat amb l’educació, 3 persones creuen que s’ha de portar el debat a casa, 2 consideren que s’han d’ensenyar recursos alterns per poder prescindir del plàstic i 2 persones més creuen que el canvi ve de la motivació personal. En xifres menors, 29 usuaris estan d’acord en el fet que donant més notícies seria efectiu, ja sigui per la televisió, les xarxes socials o la premsa. D’altra banda, 21 persones consideren que cal fer més campanyes de sensibilització per conscienciar sobre el problema i 8 que s’haurien d’impartir classes i tallers obligatoris (no només a les escoles) per a educar sobre els plàstics i els seus efectes en el medi ambient. En l’àmbit econòmic, 5 persones consideren que s’hauria d’encarir els productes amb envasos de plàstic, i 4 més creuen que s’ha de multar perquè la gent actui. 11 persones han proposat reduir els envasos de plàstic, i una alternativa proposada per 2 persones és el cartró. A un nivell més pràctic, 4 persones consideren que s’hauria de passar a l’acció i netejar boscos i platges per així adonar-nos de les quantitats de plàstic que realment hi ha, mentre que 1 persona considera que s’haurien de tancar les platges a l’estiu per rebaixar la contaminació marítima. Si sortim del nivell personal, 3 persones creuen que els canvis han de venir del govern, i ha de ser aquest el que imparteixi una sèrie de lleis per la reducció de plàstics. Lligat amb això, 4 persones consideren que seria òptim establir sistemes com els dels Països nòrdics en els quals reciclar té una compensació econòmica. Per últim, 24 persones han dit que no sabrien quines mesures implantar per millorar la situació envers la contaminació plàstica.

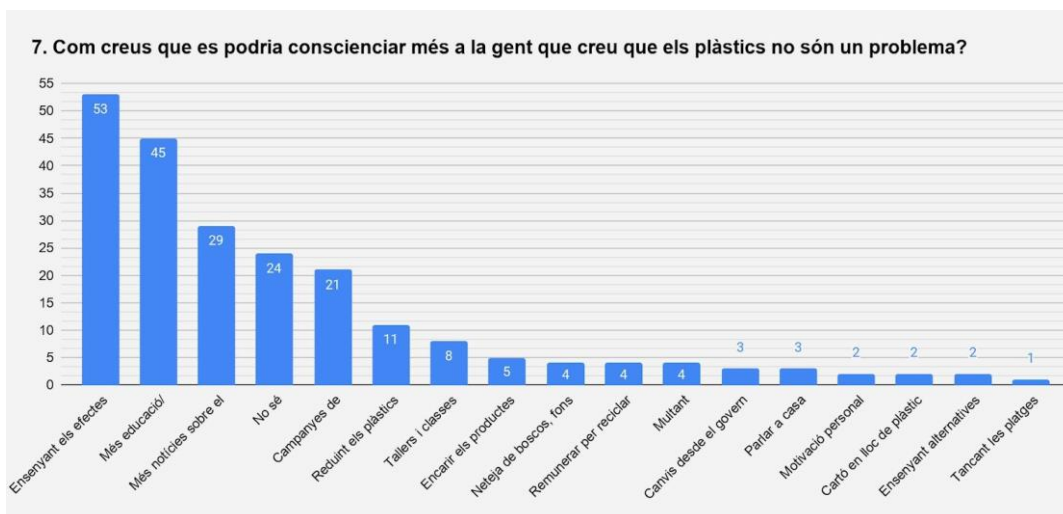


Figura 35. Pregunta 7: “Com creus que es podria conscienciar més a la gent que creu que els plàstics no són un problema?”

## **2. Conclusions**

Amb els resultats que he obtingut puc extreure les conclusions següents:

- El nombre d'usuaris que saben que són els microplàstics és més elevat del que esperava. A més, no el podem relacionar amb amb l'edat i dir que els més informats són els adolescents, sinó que és al contrari, aquest grup és el que menys idees tenen.
- D'altra banda, el lloc per on més s'aprèn sobre microplàstics és pels mitjans de comunicació, ja sigui la televisió, les xarxes socials o la premsa. Tot i ser el canal de difusió més popular, també és una de les mesures més considerades per tenir més informació i educació. Això ens indica que, tot i ja haver notícies i articles sobre els plàstics, si s'incrementessin podria haver un major impacte en la societat i es podria veure reflectit en una possible baixada del consum de plàstics. Si l'objectiu és fer un impacte en els joves, una altra mesura que podria ser eficient seria augmentar la difusió per les xarxes socials, ja que avui en dia la majoria tenen xarxes socials, ja sigui Instagram, Twitter o YouTube. A més, si gent reconeguda i amb una veu en aquestes plataformes fossin conscients i publicuessin sobre l'assumpte podríem avançar molt més, perquè moltíssima gent els presta atenció.
- S'ha demostrat en l'enquesta que la mesura que la majoria d'usuaris prenen és el reciclatge. D'altres, a més, tracten de reduir el consum de plàstics i comprar a granel o sense bosses de plàstic. A la gent que no pren cap mesura, caldria educar-los més sobre les conseqüències que tenen aquestes accions, i inclús com s'ha suggerit multar-los. Si aquesta mesura fos imposada, obligaria a tota la població a reciclar i resultaria en un benefici per tothom. La qüestió llavors seria que les plantes de reciclatge on van a parar aquests residus es desfessin d'ells de manera correcta i responsable.
- La gran majoria dels usuaris no considera que estem ben informats sobre les causes i conseqüències del problema, per tant seria convenient implantar mesures per remeiar-ho.

Després de tota la recerca que he realitzat sobre microplàstics i els resultats que he obtingut en aquesta enquesta he pogut plantejar un possible model per frenar el consum de microplàstics. És important tenir en compte que d'un dia per l'altre no podem eliminar completament el plàstic, perquè és un producte molt present i molt utilitzat en les nostres vides diàries.

- A partir d'aquí, considero que s'hauria de començar per reduir els envasos i les ampolles de plàstic per altres materials com el cartró. Això suposaria un esforç per a la indústria plàstica, que per poder sobreviure haurien de canviar el seu funcionament, per exemple produint plàstics reciclats a partir de plàstics que ja s'han utilitzats.
- També s'haurien d'impartir classes i tallers obligatoris per franges d'edats, ja que tots som part de la solució. A les escoles, per exemple, els tallers i classes s'haurien de plantejar d'una manera dinàmica, en la que els alumnes mostrin interès i sentin que són part del problema, que des de petits sentin que ells i elles poden fer un canvi en la situació. En quant als adults, estaria bé impartir xerrades i campanyes per sensibilitzar-los, impulsar-los a reciclar i prendre decisions a casa que afavoreixin a la reducció dels plàstics.
- Una altra cosa que totes les franges d'edats han de tenir clar és que tan important és reciclar com ho és no deixar residus a la natura, ja que aquesta és una altra manera de que els microplàstics acabin al sòl i més tard a riu o mars.
- Una última mesura que proposo és la remuneració per el reciclatge, és a dir, establir sistemes similars als d'Alemanya o altres països nòrdics, els quals tenen un benefici econòmic si fan un bon ús dels plàstics i es desfan d'ells com ho han de fer, això resultaria un incentiu per a reciclar i reduir plàstics. També podrien ser remunerats els voluntariats per netejar les platges o els boscos.

## **Bibliografia**

- ABBAS, Nura. *Qué son los microplásticos: definición y tipos* [en línea]. 11 d'abril del 2019.  
<<https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-microplasticos-definicion-y-tipos-1543.html>> [Consulta: 17 d'Abril de 2020].
- ALLEN, Steve; ALLEN, Deonie; PHOENIX, Vernon R.; LE ROUX, Gaël; DURÁNTEZ JIMÉNEZ, Pilar; SIMONNEAU, Anaëlle; BINET, Stéphane; GALOP, Didier. «Atmospheric transport and deposition of microplastics in a remote mountain catchment». *Nature geoscience* (2019), vol. 12, pàg. 339-344 (2019).  
<<https://doi.org/10.1038/s41561-019-0335-5>>[Consulta: 27 de juliol del 2020]
- ALLEN, Steve; ALLEN, Deonie; MOSS, Kerry; LE ROUX, Gaël; PHOENIX, Vernon R.; SONKE, Jeroen E. «Examination of the ocean as a source for atmospheric microplastics». *Plos One* (2020). <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232746> > [Consulta: 4 de setembre]
- ALONSO, Abraham. *Los microplásticos inundan los océanos* [en línea]. Data:??.  
<<https://www.muyinteresante.es/naturaleza/articulo/los-microplasticos-inundan-los-oceanos-411418980226> > [Consulta: 4 de setembre del 2020]
- AMBAR PLUS. *Microplásticos ¿Qué son? ¿Qué productos los contienen?* [en línea]. 2020 <<https://ambarplus.com/microplasticos/>> [Consulta: 17 d'Abril de 2020]
- AMOS, Jonathan. *High microplastic concentration found on ocean floor* [en línea]. 1 de maig del 2020. <<https://www.bbc.com/news/science-environment-52489126> > [Consulta: 4 de setembre del 2020]
- Anònim. *Abrasiu* [en línea] 2010 <<https://ca.wikipedia.org/wiki/Abrasiu>> [Consulta: 20 de juny de 2020].
- Anònim. *Els plàstics* [en línea] <<http://www.xtec.cat/~jsolson7/batx/materials1/Plastics.htm> > [15 d'octubre del 2020]

- Anònim. *Èter difenílic polibromat* [en línia]. 2012.  
<[https://ca.wikipedia.org/wiki/%C3%88ter\\_difen%C3%ADlic\\_polibromat](https://ca.wikipedia.org/wiki/%C3%88ter_difen%C3%ADlic_polibromat)> [Consulta: 16 d'abril del 2020].
- Anònim. *Ftalat* [en línia]. 12 de Maig de 2010. <<https://ca.wikipedia.org/wiki/Ftalat>> [Consulta: 16 d'abril del 2020].
- Anònim. *Microplásticos: causas, efectos y soluciones* [en línia]. 22 de novembre del 2018  
<<https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20181116STO19217/microplasticos-causas-efectos-y-soluciones>> [17 d'Abril de 2020].
- Anònim. *Polimerització* [en línia], 2005.  
<<https://es.wikipedia.org/wiki/Polimerizaci%C3%B3n#:~:text=La%20polimerizaci%C3%B3n%20es%20un%20proceso,ser%20por%20adici%C3%B3n%20o%20condensaci%C3%B3n>> [Consulta: 10 de juny del 2020].
- Anònim. *Sal común* [en línia]. 2004  
<[https://es.wikipedia.org/wiki/Sal\\_com%C3%BAn#Obtenci%C3%B3n\\_de\\_la\\_sal](https://es.wikipedia.org/wiki/Sal_com%C3%BAn#Obtenci%C3%B3n_de_la_sal)> [Consulta: 1 de juliol de 2020].
- Anònim. *Sal marina* [en línia ] 2004<[https://es.wikipedia.org/wiki/Sal\\_marina](https://es.wikipedia.org/wiki/Sal_marina)> [Consulta: 1 de juliol del 2020].
- Anònim. *Tetrabromobisphenol A* [en línia]. 2007  
<[https://en.wikipedia.org/wiki/Tetrabromobisphenol\\_A](https://en.wikipedia.org/wiki/Tetrabromobisphenol_A)> [Consulta: 16 d'abril del 2020].
- Anònim. *The History of Pink Himalayan Salt* [en línia]. 21 de Febrer de 2014  
<<https://www.myspicer.com/history-pink-himalayan-salt/>> [Consulta: 2 de juliol de 2020].
- Anònim. *Where do microplastics come from?* [en línia].  
<<https://www.horiba.com/en/en/science-in-action/where-do-microplastics-come-from/>> [Consulta: 20 de juny de 2020].
- BARBUZANO, Javier. *Rivers are a highway for Microplastics into the Ocean* [en línia]. 9 d'agost del 2019. <<https://doi.org/10.1029/2019EO130375>> [Consulta: 31 d'agost del 2020]
- BARRETT, Thomas. *35% of microplastics in oceans come from clothing, research reveals* [en línia]. 5 d'octubre de 2018.



- <<https://environmentjournal.online/articles/35-of-microplastics-in-oceans-come-from-clothing-research-reveals/#:~:text=35%25%20of%20microplastics%20in%20oceans%20come%20from%20clothing%2C%20research%20reveals,-5th%20October%202018&text=A%20new%20report%20by%20the.oceans%20are%20from%20synthetic%20textiles.>> [Consulta: 24 de juliol del 2020]
- BEAT THE MICROBEAD. *What are microbeads?* [en línia].  
<<https://www.beatthemicrobead.org/#what-are-microplastics>> [Consulta: 23 de juliol del 2020]
  - BERGMANN, Melanie; MÜTZEL, Sophia; PRIMPKE, Sebastian; TEKMAN, Mine B.; TRACHSEL, Jürg; GERDTS, Gunnar. "White and wonderful? Microplastics prevail in snow from the Alps to the Arctic", *Science Advances*, vol. 5, no. 8 (14 d'agost del 2019) <<https://advances.sciencemag.org/content/5/8/eaax1157>> [Consulta: 26 d'agost del 2020]
  - BRAHNEY, Janice; HALLERUD, Margaret; HEIM, Eric; HAHNENBERGER, Maura; SUKUMARAN, Suja. «Plastic rain in protected areas of the United States». *Science*, vol. 368, núm. 6496 (12 de juny del 2020), p. 1257-1260.  
<<https://science.sciencemag.org/content/368/6496/1257>> [Consulta: 6 d'agost del 2020].
  - CARRINGTON, Damian. *Microplastic pollution in oceans is far worse than feared, say scientists* [en línia]. 12 de Març del 2018.  
<<https://www.theguardian.com/environment/2018/mar/12/microplastic-pollution-in-oceans-is-far-greater-than-thought-say-scientists>> [Consulta: 1 de setembre del 2020]
  - CARRINGTON, Damian. *The hills are alive with the signs of plastic: even Swiss mountains are polluted* [en línia]. 27 d'Abril del 2018.  
<<https://www.theguardian.com/environment/2018/apr/27/the-hills-are-alive-with-the-signs-of-plastic-even-swiss-mountains-are-polluted>> [Consulta: 4 de setembre del 2020]
  - CARRINGTON, Damian. *People eat at least 50,000 plastic particles a year, study finds* [en línia]. 5 de juny del 2019.  
<<https://www.theguardian.com/environment/2019/jun/05/people-eat-at-least-50000-plastic-particles-a-year-study-finds>> [Consulta: 26 d'agost del 2020]

- CARRINGTON, Damian. *Microplastics 'significantly contaminating the air', scientists warn* [en línia]. 14 d'agost del 2019.  
<<https://www.theguardian.com/environment/2019/aug/14/microplastics-found-at-profile-levels-in-snow-from-arctic-to-alps-contamination>> [Consulta: 26 d'agost del 2020]
- CARRINGTON, Damian. *Microplastic pollution in oceans vastly underestimated-study* [en línia]. 22 de maig del 2020.  
<[https://www.theguardian.com/environment/2020/may/22/microplastic-pollution-in-oceans-vastly-underestimated-study?CMP=Share\\_AndroidApp\\_Gmail](https://www.theguardian.com/environment/2020/may/22/microplastic-pollution-in-oceans-vastly-underestimated-study?CMP=Share_AndroidApp_Gmail)> [Consulta: 3 de setembre del 2020]
- CARRINGTON, Damian. *Car tyres major source of ocean microplastics- study* [en línia]. 14 de juliol del 2020.  
<[https://www.theguardian.com/environment/2020/jul/14/car-tyres-are-major-source-of-ocean-microplastics-study?CMP=Share\\_AndroidApp\\_Gmail](https://www.theguardian.com/environment/2020/jul/14/car-tyres-are-major-source-of-ocean-microplastics-study?CMP=Share_AndroidApp_Gmail)> [Consulta: 26 d'agost del 2020]
- CATARINO, Ana I.; MACCHIA, Valeria; SANDERSON, William G.; THOMPSON, Richard C.; HENRY, Theodore B. «Low levels of microplastics (MP) in wild mussels indicate that MP ingestion by humans is minimal compared to exposure via household fibres fallout during a meal» *Environmental Pollution* (2018). Vol. 234, pàg. 675-684.  
<<https://researchportal.hw.ac.uk/en/publications/low-levels-of-microplastics-mp-in-wild-mussels-indicate-that-mp-i>> [Consulta: 20 de juliol 2020]
- CERRILLO, Antonio. *Descubren que los microplásticos también se desplazan a través del aire* [en línia]. 15 d'abril del 2019.  
<<https://www.lavanguardia.com/natural/tu-huella/20190415/461658948127/microplasticos-aire-montana.html>> [Consulta: 27 de juliol del 2020]
- COX, Kieran D.; COVERNTON, Garth A.; DAVIES, Hailey L.; DOWER, John F.; JUANES, Francis; DUDAS, Sarah E. «Human Consumption of Microplastics». *Environmental Science & Technology* (2019), vol. 54, núm. 17 pàg. 10974-10974.  
<<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.9b01517>> [Consulta: 20 de juliol de 2020]
- D'SOUZA, Joseph M.; WINDSOR, Fredric M.; SANTILLO, David; ORMEROD, Stephen J. «Food web transfer of plastic to an apex riverine predator». *Global*

*Change Biology*, vol. 26, núm. 7 (22 de maig del 2020).

<<https://doi.org/10.1111/gcb.15139> > [Consulta: 3 de setembre del 2020]

- DE SOUZA MACHADO, Anderson Abel; KLOAS, Werner; ZARFL, Christiane; HEMPEL, Stefan; RILLIG, Matthias C. «Microplastics as an emerging threat to terrestrial ecosystems» *Global Change Biology* (2017), <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcb.14020>> [Consulta: 18 d'agost del 2020]
- DE WIT, Wijnand; BIGAUD, Nathan. *No plastic in nature: assessing plastic ingestion from nature to people* [en línia], 2019. <<https://www.dropbox.com/s/nxvyl3v5s9d0a1v/PLASTIC%20INGESTION%20Web%20spreads.pdf?dl=0> > [Consulta: 26 d'agost del 2020]
- DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA. *Plásticos* [en línia]. <<https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2011/09/plasticos-tejina.pdf> > [Consulta: 16 de juny del 2020].
- DIAMANTI- KANDARAKIS, Evanthia; BOURGUIGNON, Jean-Pierre; GIUDICE, Linda C.; HAUSER, Russ; PRINS, Gail S.; ZOELLER, R. Thomas; GORE, Andrea C. «Endocrine-Disrupting Chemicals: An Endocrine Society Scientific Statement». *Endocrine Review*, Juny 2009; vol. 30, núm. 4, pàg. 293-342 <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2726844/>> [Consulta: 11 de juny de 2020].
- DRIS, Rachid; GASPERI, Johnny; ROCHER, Vincent; SAAD, Mohamed; RENAULT, Nicolas; TASSIN, Bruno. «Microplastic contamination in an urban area: a case study in Greater Paris». *Environmental Chemistry* (2015), vol. 12, pàg. 592-599. <<https://doi.org/10.1071/EN14167> > [Consulta: 31 d'agost del 2020]
- Environmental Working Group. *Fire retardants in toddlers and their mothers* [en línia]. 4 de setembre del 2008 <<https://www.ewg.org/research/fire-retardants-toddlers-and-their-mothers>> [Consulta: 11 de juny de 2020].
- ERIKSEN, Marcus; LEBRETON, Laurent C. M.; CARSON, Henry S.; THIEL, Martin; MOORE, Charles J.; BORERRO, Jose C.; GALGANI, Francois; RYAN, Peter G.; REISSER, Julia. «Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion

- Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea». *PLOS ONE* (2014), <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>> [Consulta: 31 d'agost del 2020].
- EVANGELIOU, N.; GRYPHE, H.; KLIMONT, Z.; HEYES, C.; ECKHARDT, S.; LOPEZ-APARICIO, S.; STOHL, A. *Atmospheric transport is a major pathway of microplastics to remote regions* [en línia]. 14 de juliol del 2020. <<https://www.nature.com/articles/s41467-020-17201-9>> [Consulta: 26 d'agost del 2020].
  - Forschungsverbund Berlin. «An underestimated threat: Land-based pollution with microplastics» *ScienceDaily* (2018). <[www.sciencedaily.com/releases/2018/02/180205125728.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2018/02/180205125728.htm)> [Consulta 12 d'agost del 2020]
  - Fundación Benoga. *Sal comuna vs. sal marina* [en línia] <[https://www.fundacionbengoa.org/informacion\\_nutricion/sal.asp](https://www.fundacionbengoa.org/informacion_nutricion/sal.asp)> [Consulta: 1 de juliol de 2020].
  - GEORGE, Sharon; MCKAY, Deirdre. *Ten 'stealth microplastics' to avoid if you want to save the oceans* [en línia]. 17 de gener del 2018. <<https://theconversation.com/ten-stealth-microplastics-to-avoid-if-you-want-to-save-the-oceans-90063>> [Consulta: 23 de juliol del 2020].
  - GIBBENS, Sarah. *The average person eats thousands of bits of plastics every year* [en línia]. 5 de juny del 2019. <<https://www.nationalgeographic.com/environment/2019/06/you-eat-thousands-of-bits-of-plastic-every-year/>> [Consulta: 20 de juliol del 2020]
  - GOTTAU, Gabriela. *¿Sal marina o sal común?* [en línia]. 2 de setembre del 2009 <<https://www.vitonica.com/alimentos/sal-marina-o-sal-comun>> [Consulta: 1 de juliol de 2020].
  - GWINNETT, Claire. *Five things to consider about glitter this Christmas* [en línia]. 22 de desembre del 2017. <<https://theconversation.com/five-things-to-consider-about-glitter-this-christmas-89519>> [Consulta: 26 de juliol del 2020]
  - HENDERSON, Lesley; GREEN, Christopher. «Making sense of microplastics? Public understanding of plastic pollution». *Marine pollution Bulletin* (2020) vol. 152.

- <<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110908> > [Consulta: 4 de setembre del 2020]
- HERSHBERGER, Scott. *Thousands of Tons of Microplastics Are Falling from the Sky* [en línia]. 11 de juny del 2020.  
<<https://www.scientificamerican.com/article/thousands-of-tons-of-microplastics-are-falling-from-the-sky/>> [Consulta: 6 d'agost del 2020]
  - HURLEY, Rachel; WOODWARD, Jamie; ROTHWELL, James J. «Microplastic contamination of river beds significantly reduced by catchment-wide flooding». *Natural Geoscience*, 2018, vol. 11, pàg. 251-257.  
<<https://doi.org/10.1038/s41561-018-0080-1> > [Consulta: 1 de setembre del 2020 ]
  - INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. *Engineering out fashion waste* [PDF]. Setembre del 2018.  
<<http://sentpressrelease.com/pressrelease/attachment/60196/572cf579-3d98-4600-9f0c-ce9e1a02458c/f73dd4ef-c360-4cf0-b028-82a7b889c7c2?fileDisplayName=IMEchE%20Engineering%20Out%20Fashion%20Waste.pdf>> [Consulta: 24 de juliol del 2020]
  - ISAN, Ana. *Sal marina ecológica* [en línia]. 18 de setembre de 2014.  
<<https://ecologismos.com/sal-marina-ecologica/>> [Consulta: 11 de juliol del 2020]
  - JAMBECK, Jenna R.; GEYER, Roland; WILCOX, Chris; SIEGLER, Theodore R.; PERRYMAN, Miriam; ANDRADY, Anthony; NARAYAN, Ramani; LAW, Kara Lavender. «Plastic waste inputs from land into the ocean». *Science* (2015), vol. 347, núm. 6223, pàg. 768-771.  
<<https://science.sciencemag.org/content/347/6223/768.abstract> > [Consulta: 4 de setembre del 2020]
  - KANE, Ian A.; CLARE, Michael A.; MIRAMONTES, Eida; WOGELIUS, Roy; ROTHWELL, James J.; GARREAU, Pierre; POHL, Florian. «Seafloor microplastic hotspots controlled by deep-sea circulation». *Science* (2020), vol. 368, núm. 6495, pàg. 1140-1145. <<https://science.sciencemag.org/content/368/6495/1140> > [Consulta: 4 de setembre del 2020]
  - KIBAKAYA, Esther Caroline; STEPHEN, Krishna; WHALEN, Margaret M. «Tetrabromobisphenol A has Immunosuppressive Effects on Human Natural Killer Cells», *Journal of Immunotoxicology* (2010), vol. 6, núm. 4, pàg. 285-292.

[www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2782892/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2782892/) [Consulta: 11 de juny de 2020].

- KIM, Ji-Su; LEE, Hee-Jee; KIM, Seung-Kyu; KIM, Hyun-Jung. «Global Pattern of Microplastics (MPs) in Commercial Food-Grade Salts: Sea Salt as an Indicator of Seawater MP Pollution». *Environmental Science & Technology* (2018), vol. 52, núm 21, pàg. 12819–12828 <<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.8b04180>>. [Consulta: 3 de juliol de 2020].
- KLEIDA, Danae. *72% of sun care products contain microplastics* [en línia]. 7 de juliol del 2020. <<https://www.beatthemicrobead.org/72-of-sun-care-products-contain-microplastics/>> [Consulta: 23 de juliol del 2020]
- KOLE, Pieter Jan; LÖHR, Ansje J.; VAN BELLEGHEM, Frank G. A. J.; RAGAS, Ad M. J. «Wear and Tear of Tyres: A Stealthy Source of Microplastics in the Environment». *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 14 d'octubre del 2017, vol. 14, núm. 10, pàg. 1265. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5664766/>> [Consulta: 23 de juliol del 2020]
- KURIYAMA, Sergio N.; TALSNESS, Chris E.; GROTE, Konstanze; CHAHOUD, Ibrahim. «Developmental Exposure to Low-Dose PSDE-99: Effects on Male Fertility and Neurobehavior in Rat Offspring». *Environmental Health Perspectives*, 1 de febrer del 2005; vol. 113, núm. 2. <<https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/ehp.7421>> [Consulta: 11 de juny de 2020]
- LEAHY, Stephen. *Microplastics are raining down from the sky* [en línia]. 15 d'abril del 2019. <<https://www.nationalgeographic.com/environment/2019/04/microplastics-pollution-falls-from-air-even-mountains/>> [Consulta: 28 de juliol del 2020]
- LIEBEZEIT, Gerd; LIEBEZEIT, Elisabeth. «Non-pollen particulates in honey and sugar». *Food Additives & Contaminants: Part A* (2013), vol. 30, núm. 12, pàg. 2136-2140 <<https://doi.org/10.1080/19440049.2013.843025>> [Consulta: 27 d'agost del 2020]
- LIEBEZEIT, Gerd; LIEBEZEIT, Elisabeth. «Synthetic particles as contaminants in German beers». *Food Additives & Contaminants: Part A* (2014), vol. 31, núm. 9,

- pàg. 1574- 1578. <<https://doi.org/10.1080/19440049.2014.945099> > [Consulta: 27 d'agost del 2020]
- LINDEQUE, Penelope K.; COLE, Matthew; COPPOCK, Rachel L.; LEWIS, Ceri N.; MILLER, Rachel Z.; WATTS, Andrew J. R.; WILSON-MCNEAL, Alice; WRIGHT, Stephanie L.; GALLOWAY, Tamara S. «Are we underestimating microplastic abundance in the marine environment? A comparison of microplastic capture with nets of different mesh-size». *Environmental Pollution* (2020), vol. 265. <<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114721>> [Consulta: 2 de setembre del 2020]
  - MARECA LÓPEZ, M<sup>a</sup> Concepción. *Naturaleza de los plásticos* [en línia]. 24 de desembre del 2007. <<http://aliso.pntic.mec.es/cm10029/PLASTICOS/Generalidades.html>> [Consulta: 10 de Juny del 2020]
  - MARTÍNEZ BATALLA, Elena. *Los microplásticos en el océano alteran las relaciones entre los depredadores y sus presas* [en línia]. 4 de desembre del 2018. <<https://www.lavanguardia.com/natural/animaladas-videos/20181204/453314950237/microplasticos-océano-alteran-relaciones-depredador-presa.html> > [Consulta: 4 de setembre del 2020]
  - MASON, Lianne. *Revealed: plastic ingestion by people could be equating to a credit card a week* [en línia]. 12 de juny del 2019. <[https://wwf.panda.org/wwf\\_news/press\\_releases/?348337/Revealed-plastic-ingestion-by-people-could-be-equating-to-a-credit-card-a-week](https://wwf.panda.org/wwf_news/press_releases/?348337/Revealed-plastic-ingestion-by-people-could-be-equating-to-a-credit-card-a-week)> [Consulta: 26 d'agost del 2020]
  - MASON, Sherri A.; WELCH, Victoria; NERATKO, Joseph. «Synthetic Polymer Contamination in Bottled Water». *Frontiers in Chemistry* (2018), vol. 6, núm 407. <<https://doi.org/10.3389/fchem.2018.00407> > [Consulta: 6 de juliol del 2020]
  - MCVEIGH, Karen. *Microplastics discovered blowing ashore in sea breezes* [en línia]. 12 de maig del 2020. <[https://www.theguardian.com/environment/2020/may/12/microplastics-discovered-blowing-ashore-in-sea-breezes?CMP=Share\\_AndroidApp\\_Gmail](https://www.theguardian.com/environment/2020/may/12/microplastics-discovered-blowing-ashore-in-sea-breezes?CMP=Share_AndroidApp_Gmail) > [Consulta: 4 de setembre del 2020]
  - NATIONAL GEOGRAPHIC. *Detectan microplásticos en el 90% del agua embotellada* [en línia]. 27 de juny del 2019.

- <[https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/detectan-microplasticos-90-agua-embotellada\\_14456](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/detectan-microplasticos-90-agua-embotellada_14456)> [Consulta: 6 de juliol del 2020].
- National Library of Medicine. *Phthalates* [en línia] <<https://toxtown.nlm.nih.gov/chemicals-and-contaminants/phthalates#:~:text=The%20health%20effects%20and%20danger,affect%20human%20reproduction%20or%20development.>> [Consulta: 10 de juny del 2020].
  - Organización de Consumidores y Usuarios. *OCU halla microplásticos en el 68% de los alimentos analizados* [en línia]. 5 de juny de 2018. <<https://www.ocu.org/organizacion/prensa/notas-de-prensa/2018/microplasticos-050618>> [Consulta: 16 de juliol de 2020.]
  - PARKER, Laura. *Hallan microplásticos en el 90% de la sal de mesa* [en línia]. 18 d'Octubre de 2018 <<https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2018/10/hallan-microplasticos-en-el-90-por-ciento-de-la-sal-de-mesa>> [Consulta: 3 de juliol de 2020].
  - PARKER, Laura. *To save the oceans, Should you give up glitter?* [en línia]. 30 de novembre del 2017. <<https://www.nationalgeographic.com/news/2017/11/glitter-plastics-ocean-pollution-environment-spd/>> [Consulta: 26 de juliol del 2020].
  - RAMÍREZ, Mónica. *¿Qué sabes de la Flor de sal? ¿Sabrías distinguirla?* [en línia]. 20 de juny de 2018 <<https://www.7canibales.com/la-despensa/flor-de-sal/>> [2 de juliol de 2020].
  - RODRÍGUEZ, Héctor. *Plástico hasta en el aire que respiras* [en línia]. 3 de junio del 2019. <[https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/plastico-hasta-aire-que-respiras\\_14331](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/plastico-hasta-aire-que-respiras_14331)> [Consulta: 29 de juliol del 2020]
  - ROGERS, Kara. *Microplastics* [en línia]. 7 de Febrer de 2019. <<https://www.britannica.com/technology/microplastic>> [Consulta: 16 d'abril del 2020].
  - SABATÉ, Jordi. *¿Cuántos tipos de sal existen?* [en línia]. 8 d'octubre del 2017. <[https://www.eldiario.es/consumoclaro/comer/tipos-sal-existen\\_0\\_694331577.html](https://www.eldiario.es/consumoclaro/comer/tipos-sal-existen_0_694331577.html)> [Consulta: 29 de juny del 2020].



- SCHEURER, Michael; BIGALKE, Moritz. «Microplastics in Swiss Floodplain Soils». *Environmental Science & Technology*, vol. 52, núm. 6, 2018, pàg. 3591-3598. <<https://doi.org/10.1021/acs.est.7b06003>> [Consulta: 4 de setembre del 2020]
- SEURONT, Laurent. «Microplastic leachates impair behavioural vigilance and predator avoidance in a temperate intertidal gastropod». *Biology Letters* (2018). <<https://doi.org/10.1098/rsbl.2018.0453>> [Consulta: 4 de setembre del 2020]
- SIFFERLIN, Alexandra. *Does Pink Himalayan Salt Have Any Health Benefits?* [en línia]. 28 de juny de 2017. <<https://time.com/4834865/himalayan-pink-salt-benefits/#:~:text=The%20thing%3A%20Pink%20Himalayan%20salt,like%20magnesium%2C%20potassium%20and%20ocalcium.>> [Consulta: 2 de juliol de 2020].
- SIMÓN-SÁNCHEZ, Laura; GRELAUD, Michaël; GARCIA-ORELLANA, Jordi; ZIVERI, Patrizia. «River Deltas as hotspots of microplastic accumulation: The case study of the Ebro River». *Science of The Total Environment*, 15 d'Octubre del 2019, vol. 687, pàg. 1186-1196. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.168>> [Consulta: 31 d'agost del 2020]
- SHAW, Susan. «Halogenated Flame Retardants: Do the Fire Safety Benefits Justify the Risks?», *Reviews on Environmental Health* <<https://www.degruyter.com/view/journals/reveh/25/4/article-p261.xml>> [Consulta: 11 de juny de 2020].
- TETU, Sasha G.; SARKER, Indrani; SCHRAMEYER, Verena; PICKFORD, Russel; ELBOURNE, Liam D. H.; MOORE, Lisa R.; PAULSEN, Ian T. «Plastic leachates impair growth and oxygen production in *Prochlorococcus*, the ocean's most abundant photosynthetic bacteria». *Communications Biology* (2019), vol. 2, núm. 184. <<https://doi.org/10.1038/s42003-019-0410-x>> [Consulta: 29 de juliol del 2020]
- TYREE, Chris; MORRISON, Dan. *Invisibles. The plastic inside us* [en línia]. <[https://orbmedia.org/stories/Invisibles\\_plastics](https://orbmedia.org/stories/Invisibles_plastics)> [Consulta: 26 d'agost del 2020]
- VIDYASAGAR, Aparna. *What are Biofilms?* [en línia]. 22 de Desembre del 2016. <<https://www.livescience.com/57295-biofilms.html#:~:text=Biofilms%20are%20a%20collective%20of,on%20the%20surfaces%20of%20teeth.>> [Consulta: 6 de juliol del 2020].

- WHICH? TEAM. *Sea salt no healthier than table salt* [en línia]. 17 de novembre de 2011  
<<https://www.which.co.uk/news/2011/11/sea-salt-no-healthier-than-table-salt-271797/>> [Consulta: 2 de juliol de 2020].
- WOODALL, Lucy C.; SANCHEZ-VIDAL, Anna; CANALS, Miquel; PATERSON, Gordon L.J.; COPPOCK, Rachel; SLEIGHT, Victoria; CALAFAT, Antonio; ROGERS, Alex D.; NARAYANASWAMY, Bhavani E.; THOMPSON, Richard C. «The deep sea is a major sink for microplastic debris» *Royal Society Open Science* (2014). <<https://doi.org/10.1098/rsos.140317>> [Consulta: 4 de setembre del 2020]
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Microplastics in drinking-water* [en línia]. 2019 <[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/microplastics-in-drinking-water/en/](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/microplastics-in-drinking-water/en/)> [Consulta: 5 de Juny de 2020].
- YAN, Muting; NIE, Huayue; XU, Kaihang; HE, Yuhui; HU, Yingtong; HUANG, Yumei; WANG, Jun. «Microplastic abundance, distribution and composition in the Pearl River along Guangzhou city and Pearl River estuary, China». *Chemosphere*, Febrer del 2019, vol. 217, pag. 879-886.  
<<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.11.093>> [Consulta: 31 d'agost del 2020]
- ZERATSKY, Katherine. *¿Cuál es la diferencia entre la sal marina y la sal de mesa?* [en línia]. 3 de març del 2020  
<<https://www.mayoclinic.org/es-es/healthy-lifestyle/nutrition-and-healthy-eating/expert-answers/sea-salt/faq-20058512>> [Consulta: 1 de juliol de 2020].

## FIGURES:

- Figura 1: <https://www.ecosia.org/images?q=mon%C3%B3meros#id=407DEC97968B8A3B9188A9A5D407BF5303C81EE6> [Consulta: Juny 2020]

- Figura 2: <https://www.ecosia.org/images?q=polimero#id=F927AA1E636A41ABF38BB1BC12289EF6842AA366> [Consulta: Juny 2020]
- Figura 3: Font: Viquipèdia <https://ca.wikipedia.org/wiki/Ftalat> [Consulta: Juny 2020]
- Figura 4: Font: Viquipèdia [https://ca.wikipedia.org/wiki/%C3%88ter\\_difen%C3%ADlic\\_polibromat](https://ca.wikipedia.org/wiki/%C3%88ter_difen%C3%ADlic_polibromat) [Consulta: Juny 2020]
- Figura 5: Font: Viquipèdia [https://en.wikipedia.org/wiki/Tetrabromobisphenol\\_A](https://en.wikipedia.org/wiki/Tetrabromobisphenol_A) [Consulta: Juny 2020]
- Figura 6: Font: *Journal of Immunotoxicology* <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2782892/figure/F2/> [Consulta: Juny 2020]
- Figura 7: *International Union for Conservation of Nature* <https://www.lavanguardia.com/natural/tu-huella/20190415/461658948127/microplasticos-air-e-montana.html> [Consulta: Juliol del 2020]
- Figura 8: Font: *Nature Geoscience* [https://www.horiba.com/en\\_en/science-in-action/where-do-microplastics-come-from/](https://www.horiba.com/en_en/science-in-action/where-do-microplastics-come-from/) [Consulta: Juny del 2020]
- Figura 9: Font: *Global Change Biology* <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcb.14020> [Consulta: Agost del 2020]
- Figura 10: Font: *Nature Geoscience* [https://www.researchgate.net/figure/concentration-of-total-microplastics-and-microbeads-in-channel-bed-sediments-a-d\\_fig2\\_323702243](https://www.researchgate.net/figure/concentration-of-total-microplastics-and-microbeads-in-channel-bed-sediments-a-d_fig2_323702243) [Consulta: Setembre del 2020]
- Figura 11: Font: *Global Change Biology* <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcb.15139> [Consulta: Setembre del 2020]
- Figura 12: Font: PLOS ONE <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0232746> [Consulta: Setembre del 2020]
- Figura 13: Font: *Marine Pollution Bulletin* [https://www.researchgate.net/publication/316257238\\_Widespread\\_microplastic\\_ingestion\\_by\\_fish\\_assemblages\\_in\\_tropical\\_estuaries\\_subjected\\_to\\_anthropogenic\\_pressures](https://www.researchgate.net/publication/316257238_Widespread_microplastic_ingestion_by_fish_assemblages_in_tropical_estuaries_subjected_to_anthropogenic_pressures) [Consulta: Setembre 2020]
- Figura 14. Font: *Frontiers in Chemistry* <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fchem.2018.00407/full> [Consulta: Juliol 2020]

- Figura 15: <https://www.ecosia.org/images?q=sal+marina#id=1DF7568D946B2C3B3E43DEEB93EDC1BCE056FF5B> [Consulta: Octubre 2020]
- Figura 16: Font: Viquipèdia [https://es.wikipedia.org/wiki/Sal\\_marina](https://es.wikipedia.org/wiki/Sal_marina) [Consulta: Juliol 2020]
- Figura 17: Font: <https://www.ecosia.org/images?q=sal+de+mesa#id=B009FA5CA0D2595BBFD9971BFAEC6AA13D07DE2C> [Consulta: Octubre 2020]
- Figura 18: Font: <https://www.ecosia.org/images?q=sal+del+himalaya#id=93B172B5F8E76658337CBDD247875C1E96B71AED> [Consulta: Octubre 2020]
- Figura 19: Font: <https://www.ecosia.org/images?q=flor+de+sal#id=9A4641FA2582C0EEC40C6F5CFAF32CDA7809167D> [Consulta: Octubre 2020]
- Figura 20: Font pròpia [Consulta: Octubre 2020]
- Figura 21: Font pròpia [Consulta: Octubre 2020]
- Figura 22: Font pròpia [Consulta: Octubre 2020]
- Figura 23: Font pròpia [Consulta: Octubre 2020]
- Figura 24: Font pròpia [Consulta: Octubre 2020]
- Figura 25: Font pròpia [Consulta: Octubre 2020]
- Figura 26: Font pròpia [Consulta: Octubre 2020]
- Figura 27: Font pròpia [Consulta: Octubre 2020]
- Figura 28: Font pròpia [Consulta: Octubre 2020]
- Figura 29: Font pròpia [Consulta: Octubre 2020]
- Figura 30: Font pròpia [Consulta: Octubre 2020]
- Figura 31: Font pròpia [Consulta: Octubre 2020]
- Figura 32: Font pròpia [Consulta: Octubre 2020]
- Figura 33: Font pròpia [Consulta: Octubre 2020]
- Figura 34: Font pròpia [Consulta: Octubre 2020]
- Figura 35: Font pròpia [Consulta: Octubre 2020]