

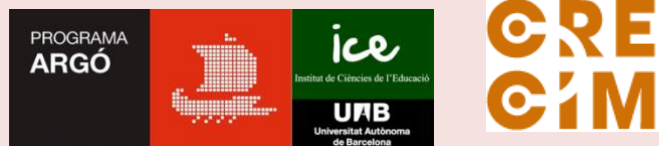
# Com podem saber si l'aire de l'institut està contaminat?

**Com podem saber si l'aire de l'institut està contaminat?**  
Creada per Caterina Solé, Èlia Tena i Digna Couso del Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Aquest material didàctic és una adaptació de les propostes:  
Tena, E., Solé, C., Couso, D. (2019). Com és l'aire de la nostra escola? Microxarxa Escola Respira. Material de l'alumnat. Barcelona

Solé, C., Tena, E., Couso, D., Hernández, M.I. (2019). Investigar sobre la contaminació atmosfèrica a l'aula de secundària. Material de l'alumnat. Versió 2. Barcelona

Iniciativa de:



Amb la col·laboració de:



Citar com: Solé, C., Tena, E., Couso, D. (2022). *Com podem saber si l'aire de l'institut està contaminat?. Material docent.* Barcelona

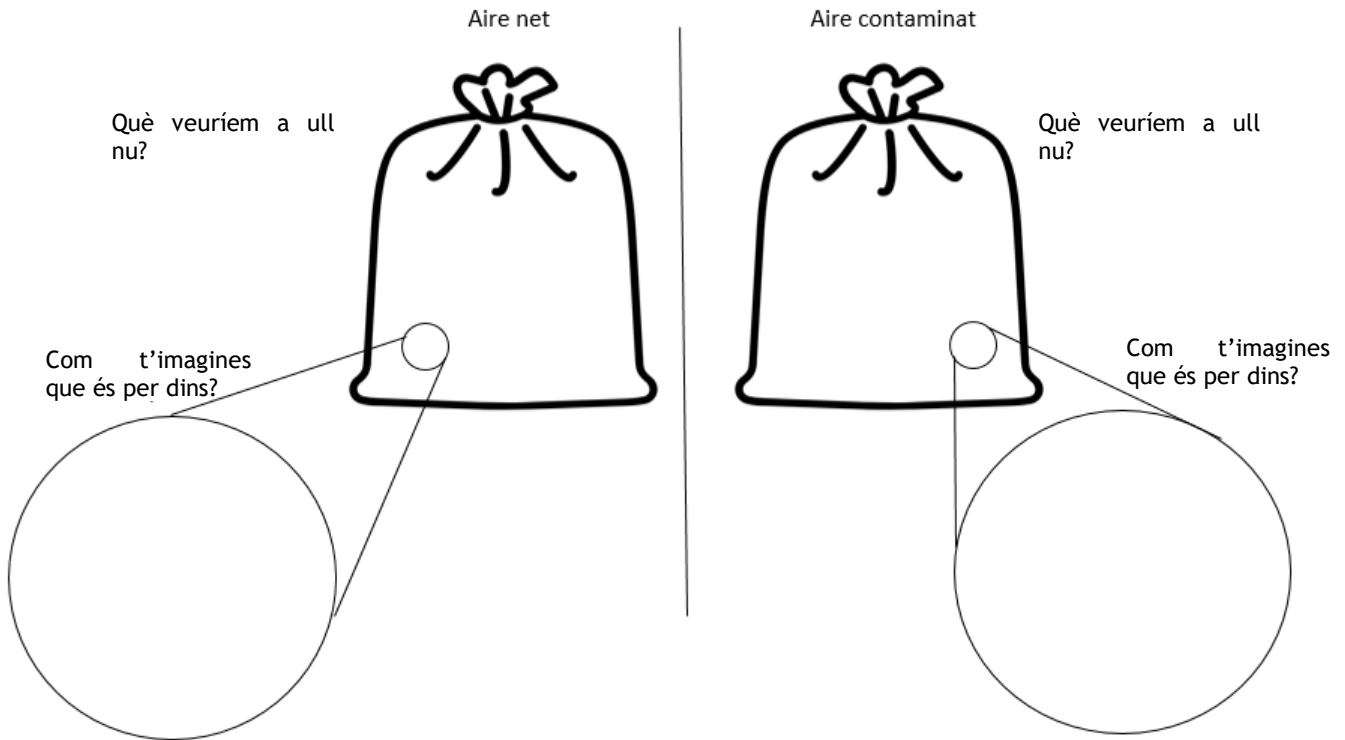


Es distribueix sota una llicència Creative Commons Atribució-NOComercial-SenseDerivar 4.0 Internacional. Totes les imatges utilitzades són pròpies o d'ús lliure

Barcelona, gener del 2022

## QUÈ PENSEM SOBRE LA CONTAMINACIÓ ATMOSFÈRICA?

1. Imagina que atrapéssim amb unes bosses transparents aire d'un lloc amb aire net i d'un lloc amb aire molt contaminat. Dibuixa com creus que seria l'aire net i com creus que seria l'aire contaminat a ull nu. I si els miréssim amb una lupa?



Descriu el que has dibuixat a les dues bosses fent referència tant a l'aire que pots veure a ull nu com també a com te l'imagines per dins en el següent quadre:

## COM ÉS L'AIRE NET?

2. Compareu en petits grups com heu dibuixat la bossa d'aire net. En què s'assemblen i en què es diferencien els dibuixos dels integrants del grup?

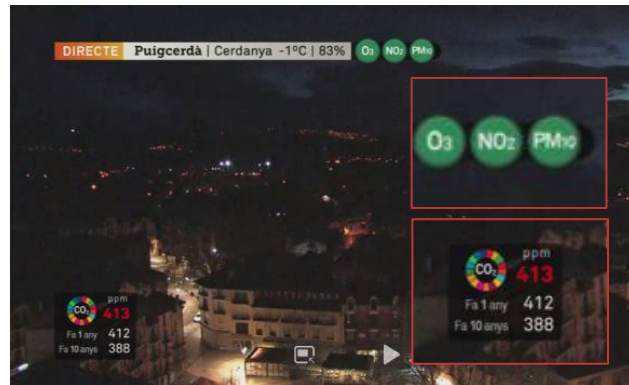
Els dibuixos s'assemblen en que...	Els dibuixos es diferencien en que...
------------------------------------	---------------------------------------

3. Poseu en comú tot el grup-classe les diferents explicacions dels petits grups i consensueu com podríem definir l'aire net. Recull aquí al consens al que heu arribat:

4. Creus que l'aire que respires normalment a la teva ciutat té aquesta composició? En què es diferencia?

## COM ÉS L'AIRE CONTAMINAT?

5. A la secció de *El Temps* de TV3 donen uns indicadors sobre la qualitat de l'aire de les ciutats: O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> i PM10. En què s'assemblen i en què es diferencien aquests indicadors amb el que has respost a la primera activitat? Completa la taula que trobaràs a sota.



A l'inici havia posat com a contaminants...



**Contaminants de més:** Quins contaminants havies tingut en compte que no apareguin als indicadors?

**Contaminants de menys:** Quins contaminants no havies tingut en compte que apareguin als indicadors?

Ara explorarem cadascun d'aquests contaminants de l'aire.

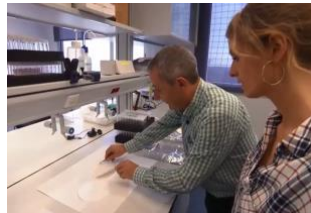
## A QUÈ ENS REFERIM QUAN PARLEM DE PM?

6. En petits grups farem un experiment reproduint el fum que treuen els cotxes o les fàbriques a partir de la crema d'un cacauet o un tros de paper.

<p><b>Què vull investigar?</b></p> <p>Si cremem un cacauet/tros de paper, com és el fum que s'allibera?</p>	<p><b>Què necessito?</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Vidre de rellotge</li><li>• Pinça de fusta</li><li>• Cacauet/tros de paper</li><li>• Encenedor</li><li>• Filferro</li><li>• Tap de suro</li><li>• Lupa electrònica</li></ul>
<p><b>Què faig?</b></p> <p>Crema un cacauet i col·loco sobre la columna de fum un vidre de rellotge subjectat per una pinça de fusta.</p>  	
<p><b>Què crec que passarà?</b> (Què creus que observaràs quan realitzis l'experiment? Què li passarà al vidre de rellotge?)</p>	<p><b>Per què crec que passarà?</b> (Què et fa pensar que observaràs aquests resultats?)</p>
<p>FEM L'EXPERIMENT</p>	

<p><b>Què ha passat?</b> (Què has observat? Què li ha passat al vidre de rellotge? Pots identificar alguna de les coses que has observat?)</p>	<p><b>Per què crec que ha passat?</b> (Com expliques els resultats obtinguts? En què us fan pensar aquests resultats?)</p>
--	--

7. De manera semblant al que hem fet nosaltres, els equips científics estudien quina és la qualitat de l'aire a les ciutats. Mireu aquest [vídeo](#) per veure-ho. A partir del vídeo comenteu oralment en gran grup en què s'assembla i en què es diferencia el que hem fet nosaltres amb el que fan els equips científics.



8. Amb tot el que has vist sobre les PM, quines conclusions pots treure? Feu referència a la seva mida.

## I ELS GASOS CONTAMINANTS?

9. Com hem vist a l'activitat 5, no només els sòlids en suspensió són contaminants de l'aire, també tenim gasos contaminants. A continuació trobaràs una taula amb els principals i algunes de les seves propietats.

Tipus de gas contaminant	Font principal	<u>Límits segons la OMS</u>
SO <sub>2</sub> (Diòxid de sofre)	Combustió del carbó i del petroli	500 µg/m <sup>3</sup> de mitja en 10min → 0,00002% de mitja en 10min
NO <sub>2</sub> (Diòxid de nitrogen)	Motors de combustió (trànsit terrestre, aeri i marítim)	200 µg/m <sup>3</sup> de mitja en 1h → 0,00001% de mitja en 1h
O <sub>3</sub> troposfèric	Gas contaminant secundari, es produeix a partir d'altres contaminants	100 µg/m <sup>3</sup> de mitja en 8h → 0,000005% de mitja en 8h

Creus que podem detectar aquests gasos d'alguna manera amb els nostres sentits? Poseu en comú les vostres respostes.

En aquesta taula no apareix el CO<sub>2</sub>...

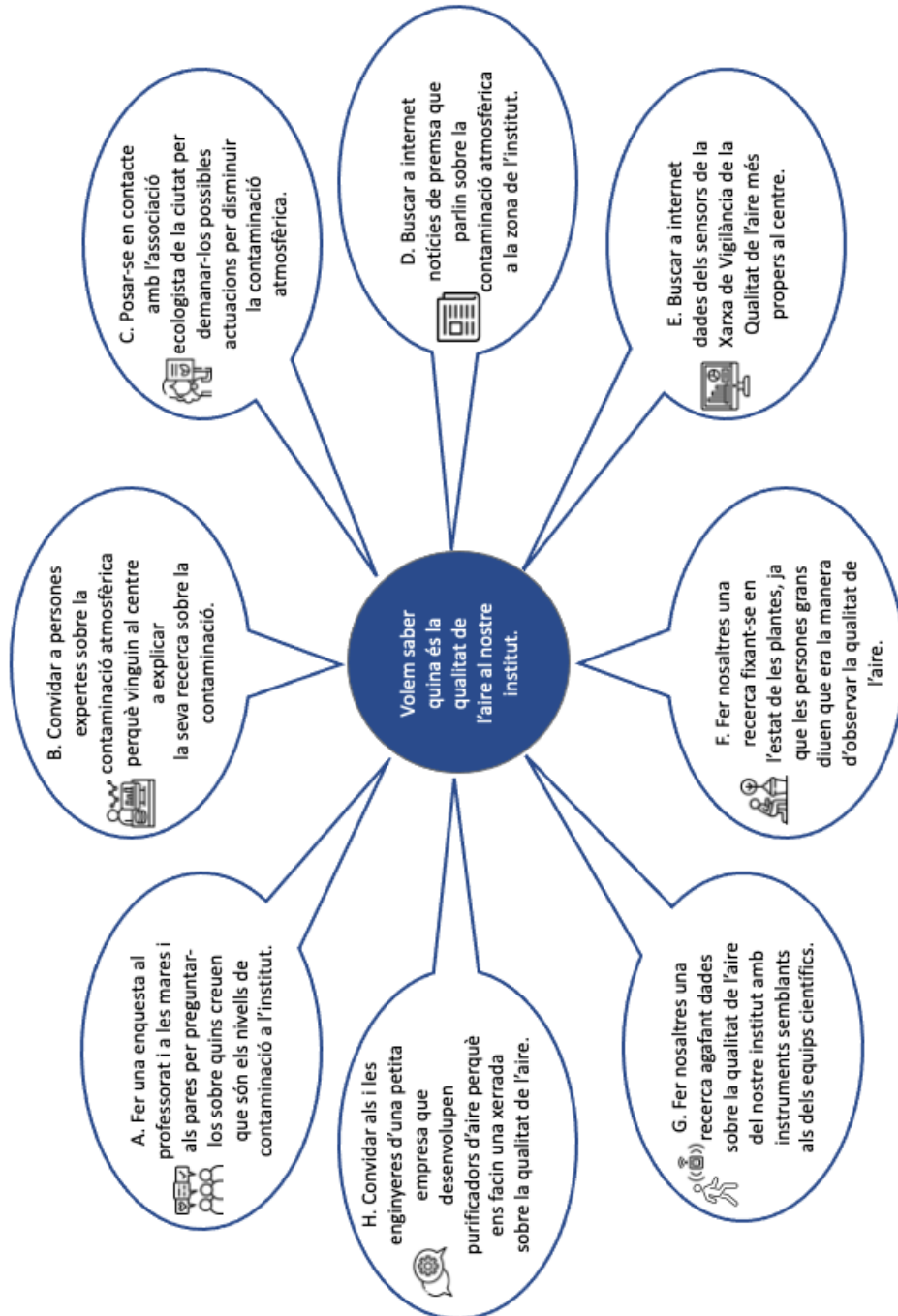
10. Com són els valors del diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>) a les diferents localitzacions (Puigcerdà i Tarragona) de la imatge de l'activitat 5? Creus que el podem considerar un contaminant de l'aire de les ciutats?

11. Amb tot el que heu après, consensueu una definició d'aire contaminat i escriviu-la a continuació:



## LA QUALITAT DE L'AIRE AL NOSTRE CENTRE

12. Amb tot el que han après sobre la contaminació de l'aire, l'alumnat d'un institut vol saber quina és la qualitat de l'aire al seu centre educatiu. Per això, fan una pluja d'idees i apareixen diferents propostes per respondre a la pregunta:



Quines d'aquestes propostes creus que <b>respondran millor</b> a la pregunta de quina és la qualitat de l'aire a l'institut? (Indica aquí la lletra de la proposta que triïs)	Per què aquestes propostes et semblen bones per respondre a la pregunta?

Quines d'aquestes propostes creus que <b>respondran pitjor</b> a la pregunta de quina és la qualitat de l'aire a l'institut? (Indica aquí la lletra de la proposta que triïs)	Per què aquestes propostes no et semblen bones per respondre a la pregunta?

**13.** L'alumnat d'aquest institut decideix fer ell mateix una recerca recollint dades sobre la qualitat de l'aire al seu institut. A l'aula es fan 3 grups i cada grup proposa un plantejament de recerca diferent.

En petits grups, discutiu la qualitat del plantejament de la recerca del cas que us ha tocat (que el professorat us repartirà) a partir de la següent guia.

## CAS 1

### CONTEXT

El centre es troba al costat d'una carretera molt transitada, de manera que les finestres d'algunes de les aules, com les de 1r A (en vermell al primer pis) i 2n A (en blau al segon pis), tenen sortida a aquesta carretera. En canvi, les aules de 1r B (en verd al primer pis a la part de darrere de l'edifici) i 2n B (en lila al segon pis a la part de darrere de l'edifici) donen al pati de sorra que hi ha al centre que també compta amb una zona amb arbres.

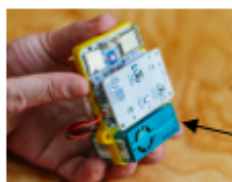


**QUÈ ES PREGUNTEN?:** Com de contaminades estan les aules de 1r A respecte les de 2n A?

**HIPÒTESI:** L'alumnat pensa que les aules que donen a la carretera principal estaran més contaminades que les aules que donen al pati degut a la contaminació provocada pel trànsit.

### QUÈ MESUREN?

Per tal de donar resposta a la pregunta, l'alumnat decideix posar tres sensors que mesuren la quantitat de PM cada 30 segons. Un dels sensors el tindran sempre fix al pati, l'altre a l'aula de 1r A i l'altre a l'aula de 2n B. En cadascuna d'aquestes aules hi haurà sempre un responsable que s'encarregarà que les finestres sempre estiguin obertes i ningú toqui els sensors. L'alumnat ha decidit recollir les dades de 8h a 10h.



Sensor de PM

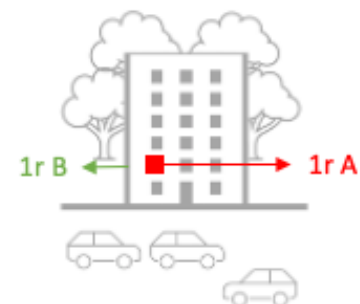


*Perquè la recerca sigui millor repetirem l'experiment cada dia al llarg d'una setmana.*

## CAS 2

### CONTEXT

El centre es troba al costat d'una carretera molt transitada, de manera que les finestres d'algunes de les aules, com les de 1r A, tenen sortida a aquesta carretera. En canvi, en el mateix pis, les aules de 1r B donen al pati de sorra que hi ha al centre que també compta amb una zona amb arbres.

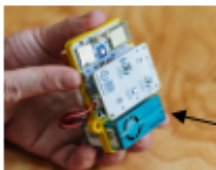


 **QUÈ ES PREGUNTEN?:** Com afecta la carretera i el pati de sorra a la qualitat de l'aire a les aules de l'institut?

**HIPÒTESI:** L'alumnat pensa que les aules que donen a la carretera principal estaran més contaminades que les aules que donen al pati degut a la contaminació provocada pel trànsit.

### QUÈ MESUREN?

Per tal de donar resposta a la pregunta, l'alumnat decideix posar dos sensors que mesuren la quantitat de PM cada 30 segons juntament amb dos termòmetres. Un dels sensors juntament amb un termòmetre a l'aula de 1r A i els altres dispositius a l'aula de 1r B. Recolliran una mesura cada dia durant l'hora del pati.



Sensor de PM

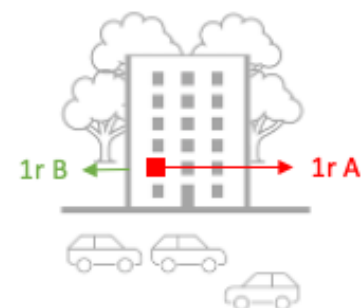


*Perquè la recerca sigui millor repetirem l'experiment cada dia durant tot el curs. A més a més, cada dia hi haurà un alumne encarregat que posarà els sensors i els termòmetres on cregui que és millor per recollir les dades aquell dia.*

### CAS 3

#### CONTEXT

El centre es troba al costat d'una carretera molt transitada, de manera que les finestres d'algunes de les aules, com les de 1r A, tenen sortida a aquesta carretera. En canvi, en el mateix pis, les aules de 1r B donen al pati de sorra que hi ha al centre que també compta amb una zona amb arbres.



**QUÈ ES PREGUNTEN?:** Quina és la diferència entre els nivells de contaminació entre les aules que donen a la carretera i les aules que donen al pati?

**HIPÒTESI:** L'alumnat pensa que les aules que donen a la carretera principal estaran més contaminades que les aules que donen al pati degut a la contaminació provocada pel trànsit.






#### QUÈ MESUREN?

Per tal de donar resposta a la pregunta, l'alumnat decideix posar uns filtres que capturen la contaminació de l'aire per PM, i que per tant, queden de color més fosc si hi ha més contaminació de l'aire. Per fer-ho posaran un filtre a la finestra de l'aula de 1r A i un filtre a l'aula de 1r B durant tot el dia.



*Perquè la recerca sigui millor repetirem l'experiment cada dia durant dues setmanes. A més a més ens assegurarem que sempre es posin al mateix lloc i que es posin a les dues aules de forma similar (a la mateixa alçada, mateix sentit, etc.).*

 <p><b>Què es pregunten?</b></p>	<p>La pregunta aporta al tema que volien investigar? La pregunta concreta què es vol mesurar i en quines condicions es farà? La pregunta es relaciona allò que es vol observar/mesurar amb el que realment es mesura? És una pregunta concreta que es pot respondre amb els recursos dels que disposen?</p>	<p>Puntua de l'1 al 4 la qualitat d'aquest aspecte de la recerca:</p> <p>(1) Dolenta (2) Millorable (3) Bona (4) Excel·lent</p>	<p>Justifica la teva resposta:</p>
 <p><b>Quin és el seu punt de partida?</b></p>	<p>Tenen una hipòtesi de partida? Aquesta hipòtesi respon a la pregunta de recerca plantejada? La hipòtesi respon a per què creuen que passarà?</p>	<p>Puntua de l'1 al 4 la qualitat d'aquest aspecte de la recerca:</p> <p>(1) Dolenta (2) Millorable (3) Bona (4) Excel·lent</p>	<p>Justifica la teva resposta:</p>

 <p><b>Sobre les mesures...</b></p>	<p><b>Amb què mesuren?</b> De quina manera l'instrument de recollida de dades que proposen serveix per agafar dades per respondre a la pregunta de recerca? Es prova l'instrument per comprovar que mesures iguals en condicions similars donin resultats similars?</p>	<p>Puntua de l'1 al 4 la qualitat d'aquest aspecte de la recerca:</p> <p>(1) Dolenta (2) Millorable (3) Bona (4) Excel·lent</p>	<p>Justifica la teva resposta:</p>
	<p><b>Què mesuren?</b> De quina manera les variables que mesuren/observen amb l'instrument de recollida de dades es relacionen amb la pregunta de recerca? De quina manera la variable que canviem per fer les mesures (p. ex. el lloc, l'alçada a la que es mesura, l'hora, etc.) té sentit que influeixi en la variable que mesurem (contaminació)?</p>		
	<p><b>Com mesuren?</b> Les mesures es prenen de forma curosa? Es fan diverses mesures? De quina manera s'asseguren que poden comparar les dades recollides entre elles? La quantitat de mesures recollides és adequada?</p>		
<p>En general, puntua la qualitat total del plantejament de la recerca: (1) Dolenta (2) Millorable (3) Bona (4) Excel·lent</p> <p>Destaca un aspecte de la recerca de forma general que mantindries:</p> <p>Destaca un aspecte de la recerca de forma general que milloraries:</p>			



## DISSENYEM LA NOSTRA RECERCA

14. Abans de pensar com podem dur a terme la nostra recerca, pensarem on està i com és la nostra escola.

- Quina creus que deu ser la principal font de contaminació de l'escola?
  
- A quins llocs preveus que hi hagi més contaminació? Per què?
  
- A quines hores creus que hi haurà més contaminació? Per què?
  
- Què faries per investigar quina contaminació hi ha al teu centre?

A continuació trobareu una guia per dissenyar i dur a terme les vostres recerques. Degut a que volem dissenyar una recerca que puguem fer a l'institut, a partir d'ara ens centrarem en la contaminació causada per les PM.



### QUÈ VULL INVESTIGAR?

La pregunta respon/aporta a la pregunta inicial sobre com es la qualitat de l'aire de l'escola? Es relacionen factors (el que volem observar/mesurar) y variables (coses que son diferents en cada cas...)? Es una pregunta del tipus com, de quina manera, en quines situacions i no de per què? És una pregunta concreta on ens podem imaginar quins instruments s'utilitzaran, quins podrien ser els resultats...? Podem donar resposta a la pregunta amb el material y les condicions que tenim? Es una pregunta que no es pot respondre amb si o no? La resposta no la podem trobar a internet, preguntar a la SIRI...



### QUÈ NECESSITO?

Quins materials necessito per fer la investigació? Com podríem recollir la contaminació? Com podríem mirar la contaminació que hem recollit?



### QUÈ FAIG?

Quins passos seguirem per fer la investigació? Quan ho farem? On ho col·locarem? Quant de temps ho deixarem? Com ens assegurarem de sempre fer-ho igual? Què compararem amb què? Quantes vegades ho farem?



### QUÈ CREC QUE PASSARÀ?

Què creus que obtindràs/ observaràs a cada una de les mostres?  
Quines diferències creus que hi haurà entre les diferents mostres?



### PER QUÈ CREC QUE PASSARÀ?

Què et fa pensar que obtindràs/observaràs aquests resultats? Per què creus que hi haurà aquestes diferències?

### QUÈ HA PASSAT?



Què heu obtingut/ observat a cada una de les mostres? Quines diferències veieu entre les mostres recollides? Podeu identificar algunes de les coses que observeu? De quin tipus de partícules observeu més? I menys?

### PER QUÈ HA PASSAT?



Com expliqueu els resultats obtinguts/ observats de les mostres? Què us fan pensar aquests resultats? Són els resultats que esperàveu obtenir?  
Creieu que amb aquestes dades és suficient o hauríeu de recollir més? Si tornéssiu a fer la investigació... què canviàrieu en aquesta nova recollida de dades?

15. Amb l'ajuda del programa de la lupa digital identifiqueu les diferents partícules sòlides que heu atrapat i mesureu-ne la mida per cadascuna de les mostres que heu recollit. Amb aquestes dades completeu una taula com la següent per cadascuna de les mostres:

Tipus de partícula	Mida 1	Mida 2	Mida 3	...
Sorra				
Sutge				
Teixit				
...				

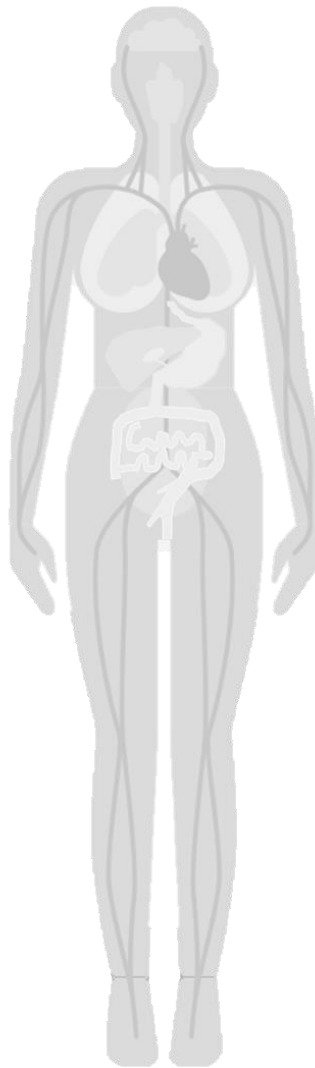
16. Penseu una manera de representar aquests resultats en forma de gràfic i plasmeu els resultats a continuació.

## QUINS EFECTES TÉ LA CONTAMINACIÓ SOBRE LA SALUT?

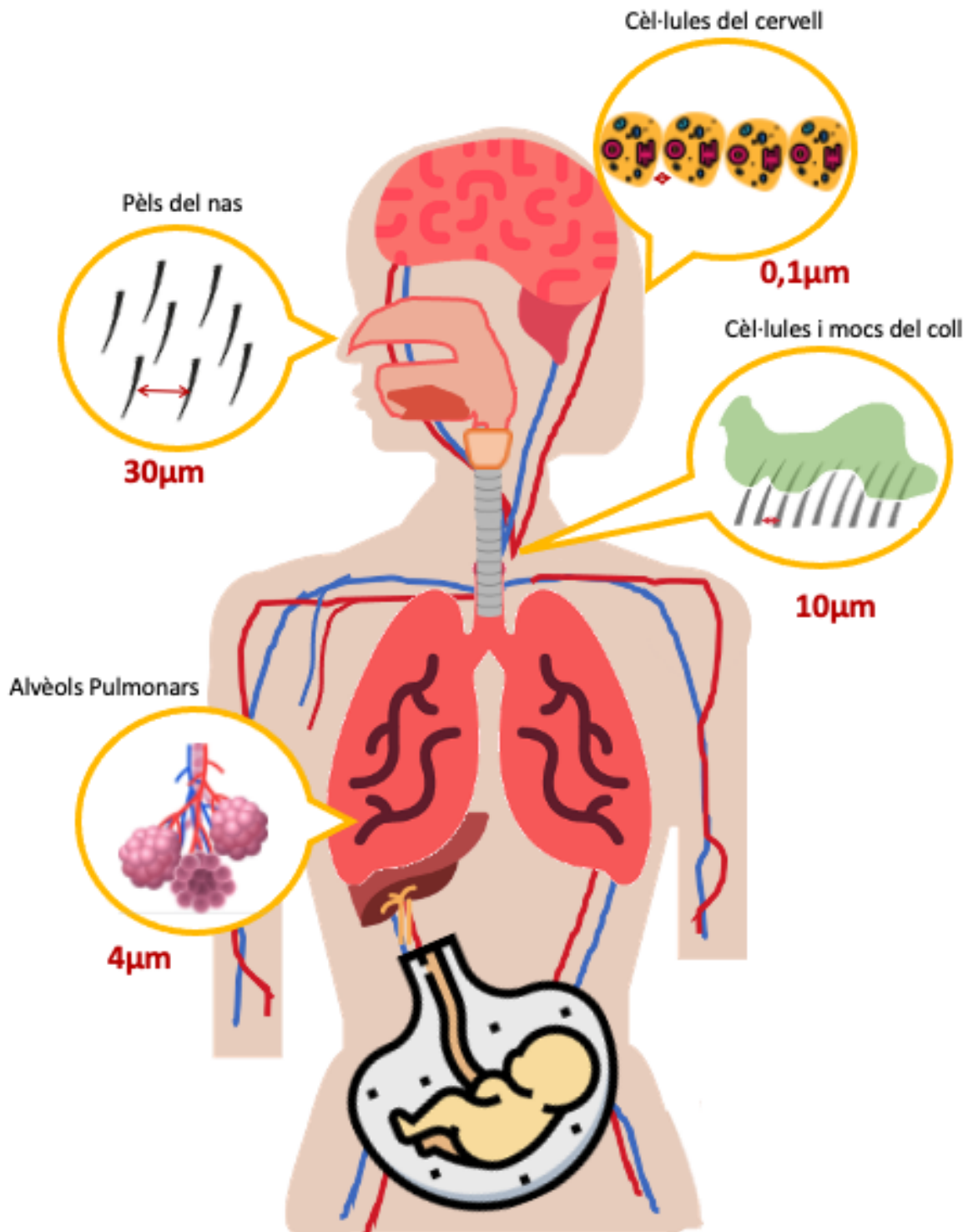
17. Fins ara hem parlat sobre què i com és la contaminació de l'aire i com ens pot arribar fins a nosaltres. Però, quins efectes creieu que pot tenir sobre la salut de les persones?

18. Quan nosaltres respirem, inspirem l'aire del nostre voltant:

- a) Dibuixa com t'imagines que serà el recorregut que faran els gasos que componen l'aire per dins del nostre cos.
- b) Les PM faran el mateix recorregut? Dibuixa'l amb un altre color.



19. Observa la següent silueta del cos humà. Aquesta inclou diversos mecanismes (per exemple els pèls del nas) que intenten evitar l'entrada de les partícules contaminants a l'interior del nostre cos. Indica fins on podran penetrar les diferents partícules que et donaran.



20. Amb el que has vist a l'activitat anterior, en petit grup intenta explicar fins on poden penetrar cadascun dels contaminants que hem vist.

Gasos contaminants (SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> )
PM1
PM2,5
PM10

A continuació trobaràs els principals efectes en salut associats als contaminants que hem anat veient al llarg del projecte:

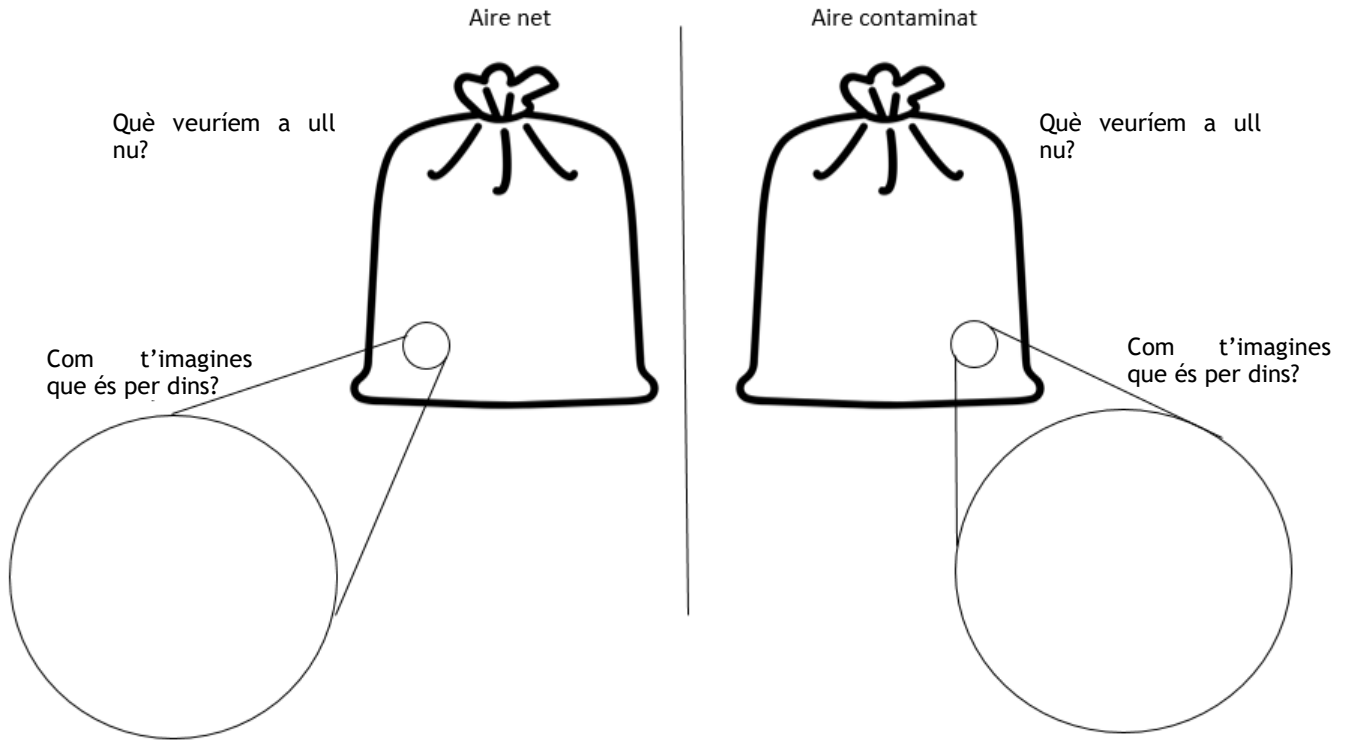
Contaminant	Principals efectes en salut
NO <sub>2</sub> (Diòxid de nitrogen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Irritació i inflamació de les vies respiratòries</li> <li>- Reducció de la capacitat pulmonar</li> <li>- Bronquitis</li> </ul>
SO <sub>2</sub> (Diòxid de sofre)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Afectacions respiratòries i pulmonars</li> <li>- Irritació ocular</li> <li>- Empitjorament asma i bronquitis</li> </ul>
O <sub>3</sub> (Ozó)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inflamació de les vies respiratòries</li> <li>- Afectacions respiratòries</li> <li>- Afectacions ocular, de faringe i de coll</li> </ul>
PM	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mortalitat prematura (malalties cardiovasculars, respiratòries i del sistema nerviós)</li> <li>- Afectacions respiratòries i cardiovasculars</li> <li>- Afectacions en el desenvolupament de nadons i infants</li> <li>- Depenent de la mida poden penetrar més dins del cos humà, provocant més afectacions.</li> </ul>

Font: [ASPCAT, 2017](#)



## QUÈ HEM APRÈS SOBRE L'AIRE?

21. Utilitzant tot el que has après aquests dies sobre l'aire i la contaminació, torna a imaginar i dibuixar com creus que seria l'aire net i l'aire contaminat si els poguéssim veure a ull nu i si el poguéssim veure per dins.



Descriu el que has dibuixat a les dues bosses fent referència tant a l'aire que pots veure a ull nu com també a com te l'imagines per dins en el següent quadre:

<p>Aire net</p>
<p>Aire contaminat</p>

22. Amb tot el que has après en aquest projecte, resumeix les principals conclusions que treguis sobre què és l'aire, què és la contaminació atmosfèrica i com és la qualitat de l'aire al vostre centre educatiu. Aquestes us seran útils per començar a plantejar solucions al problema de la contaminació de l'aire al vostre centre.

Sobre l'aire net...
Sobre l'aire contaminat...
Després dels experiments que heu fet, quins creus que són els principals problemes que té el teu centre respecte a la qualitat de l'aire?

**Aquestes conclusions serviran com a punt de partida per pensar solucions al problema de la contaminació atmosfèrica a les ciutats.**