



a t e n c i ó

CIÈNCIA, CIUTADANIA, CONTAMINACIÓ, COGNICIÓ I COMUNITAT

**Investigar sobre la
contaminació a l'aula
de Secundària**

Material de l'alumnat





Investigar sobre contaminació a l'aula de Secundària. Material de l'alumnat. Coordinada per Caterina Solé, Èlia Tena, Digna Couso i Maria Isabel Hernández.

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

Citar com:

Solé, C., Tena, E., Couso, D. i Hernández, M. (2019). *Investigar sobre la contaminació a l'aula de Secundària. Material de l'alumnat*. Bellaterra: Publicacions CRECIM

Aquesta seqüència didàctica forma part del projecte "Ciència ciutadana per analitzar l'efecte de la contaminació en la funció cognitiva dels adolescents (ATENCIÓ)" finançat per RecerCaixa (2017 ACUP 00274) i desenvolupat pel CRECIM i ISGlobal amb el suport de l'Obra Social la Caixa i l'ACUP.



reCerCaixa

ACUP  Obra Social "la Caixa"

CONTINGUTS

0. Activitat inicial	5
1. Una mirada a la contaminació des de la Química	14
2. Una mirada a la contaminació des de la Biologia	32
3. Aprenem a fer recerca	58
4. Activitat final	74

PROJECTE

atenció

CIÈNCIA, CIUTADANIA, CONTAMINACIÓ, COGNICIÓ I COMUNITAT

Activitat inicial



Activitat inicial. Material de l'alumnat del Projecte ATENC!Ó. Creada per Caterina Solé, Digna Couso i Maria Isabel Hernández.

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

Citar com:

Solé, C., Couso, D. i Hernández, M. (2019). Activitat inicial. Material de l'alumnat del Projecte ATENC!Ó. A Solé C., Tena, E., Couso, D., Hernández M. (coord.), *Investigar sobre contaminació a l'aula de Secundària. Material de l'alumnat* (pp. 5-13). Bellaterra: Publicacions CRECIM.

Aquesta seqüència didàctica forma part del projecte "Ciència ciutadana per analitzar l'efecte de la contaminació en la funció cognitiva dels adolescents (ATENC!Ó)" finançat per RecerCaixa (2017 ACUP 00274) i desenvolupat pel CRECIM i ISGlobal amb el suport de l'Obra Social la Caixa i l'ACUP.



LA CONTAMINACIÓ ATMOSFÈRICA



0.1.1 Llegiu aquesta notícia i respongueu a les següents qüestions:

<https://www.elperiodico.cat/ca/ciencia/20160221/pollucio-produeix-retard-escolars-4911813>



- Què explica aquesta notícia?
- Qui ha fet aquesta recerca?
- Quin grau de confiança li dones a aquests resultats? Per què?

EN QUIN PROJECTE PARTICIPEM?



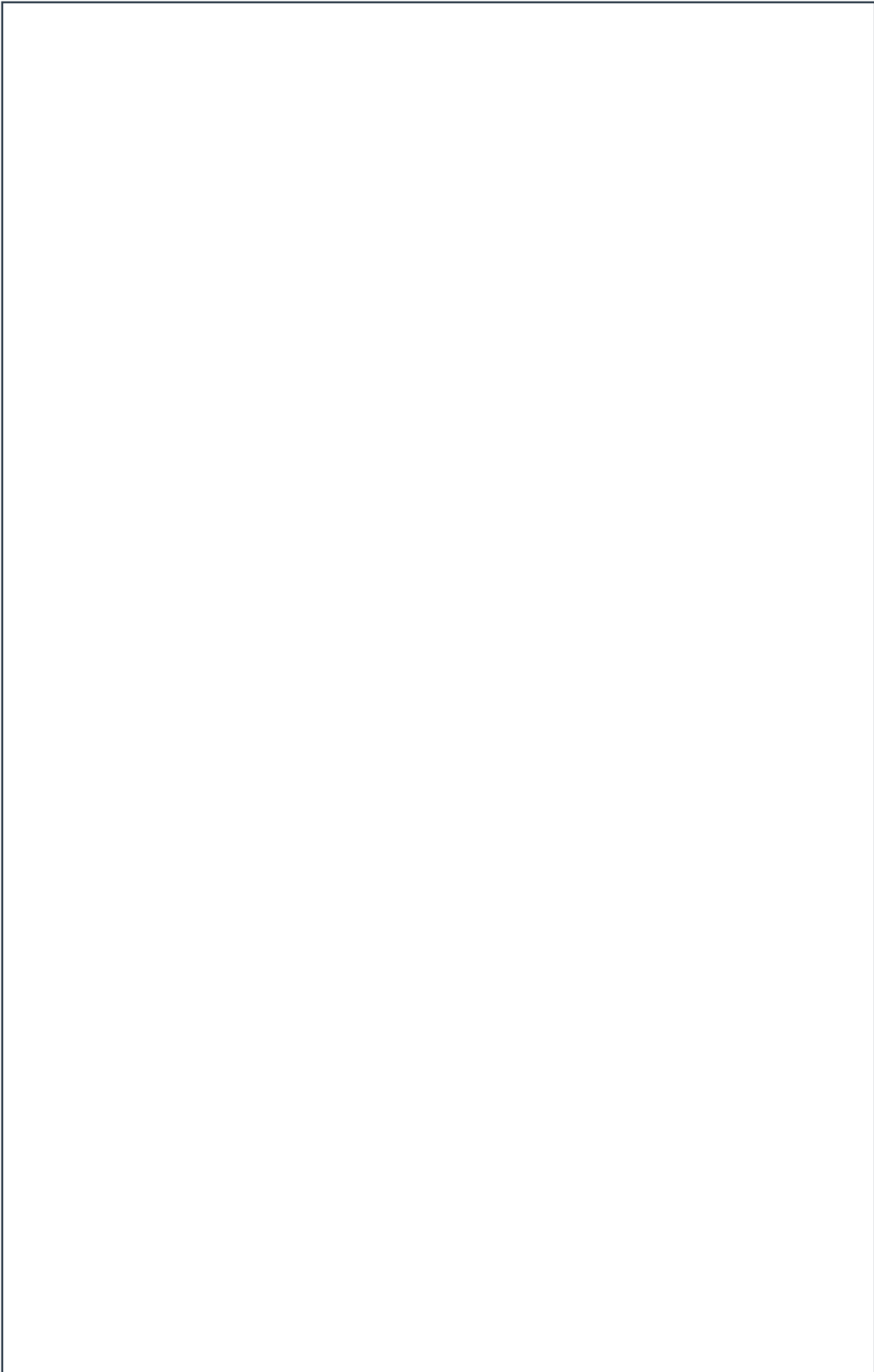
0.2.1 Aquest curs nosaltres també participarem en un experiment científic. L'equip investigador del projecte ha preparat un vídeo per presentar-se i explicar-vos sobre què treballarem els propers dies.

VISUALITZACIÓ DEL VÍDEO 1



0.2.2 L'equip investigador us ha llançat un repte real: com faríeu vosaltres un experiment científic per investigar si la contaminació té efectes sobre l'atenció dels adolescents?

Per petits grups, dissenyeu un experiment per buscar evidències sobre aquests possibles efectes i justifiqueu les vostres decisions: quants alumnes haurien de participar, com seria l'experiment, quins factors hauríeu de controlar per a que es dugués a terme amb èxit, quan i on es duria a terme, etc.



L'EXPERIMENT REAL



0.3.1 Ara que heu pensat com ho faríeu vosaltres, anem a veure quina és la proposta d'experiment que ha fet l'equip científic.

VISUALITZACIÓ DEL VÍDEO 2



0.3.2 Després d'haver vist la proposta d'experiment real que els científics d'ISGlobal faran el teu centre, agafeu novament el disseny del vostre experiment i apunteu quines limitacions tenia el vostre experiment. Si identifiqueu alguna limitació a l'experiment dels científics d'ISGlobal també les podeu anotar.

Limitacions del nostre disseny experimental	Limitacions de l'experiment d'ISGlobal

QUÈ AFECTA LA NOSTRA ATENCIÓ?



0.4.1 Com hem vist, l'experiment que ha dissenyat l'equip científic d'ISGlobal busca relacionar la contaminació atmosfèrica amb la vostra capacitat d'atenció. Anem a veure què diuen els científic sobre l'atenció.

VISUALITZACIÓ DEL VÍDEO 3



0.4.2 Penseu quins factors poden afectar la vostra atenció i elaboreu un llistat de 5 preguntes de resposta fàcil, és a dir, que s'hagin de contestar amb un número o triar una opció de les proposades.

FACTORS QUE PODEN AFECTAR L'ATENCIÓ	PREGUNTES AMB LES POSSIBLES OPCIONS
- Tenir son	Quantes hores has dormit l'última nit? a) Menys de 6h b) Entre 6 i 8h c) Més de 8h

PROJECTE

atenció

CIÈNCIA, CIUTADANIA, CONTAMINACIÓ, COGNICIÓ I COMUNITAT

Mòdul 1. Una mirada a la contaminació de l'aire des de la Química



Una mirada a la contaminació de l'aire des de la Química. Material de l'alumnat del Projecte ATENCIÓ. Creada per Caterina Solé, Digna Couso i Maria Isabel Hernández.

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

Citar com:

Solé, C., Couso, D. i Hernández, M. (2019). Una mirada a la contaminació des de la Química. Material de l'alumnat del Projecte ATENCIÓ. A Solé C., Tena, E., Couso, D., Hernández M. (coord.), *Investigar sobre contaminació a l'aula de Secundària. Material de l'alumnat* (pp. 15-31). Bellaterra: Publicacions CRECIM.

Aquesta seqüència didàctica forma part del projecte "Ciència ciutadana per analitzar l'efecte de la contaminació en la funció cognitiva dels adolescents (ATENCIÓ)" finançat per RecerCaixa (2017 ACUP 00274) i desenvolupat pel CRECIM i ISGlobal amb el suport de l'Obra Social la Caixa i l'ACUP.



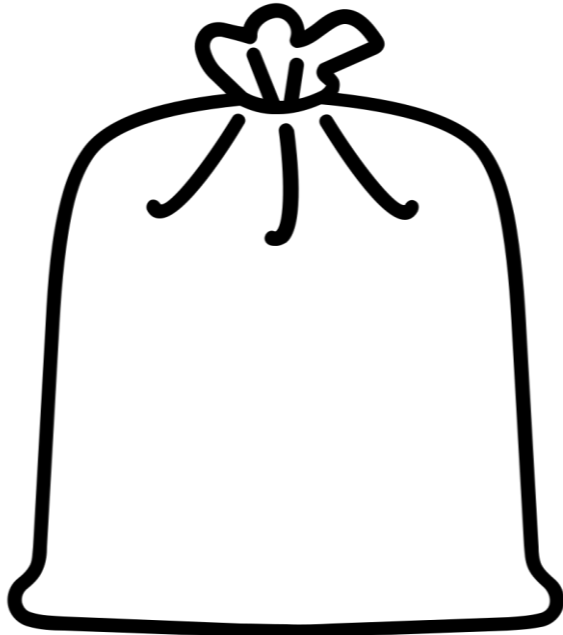


QUÈ SABEM DE LA CONTAMINACIÓ I ELS SEUS EFECTES SOBRE LA SALUT?



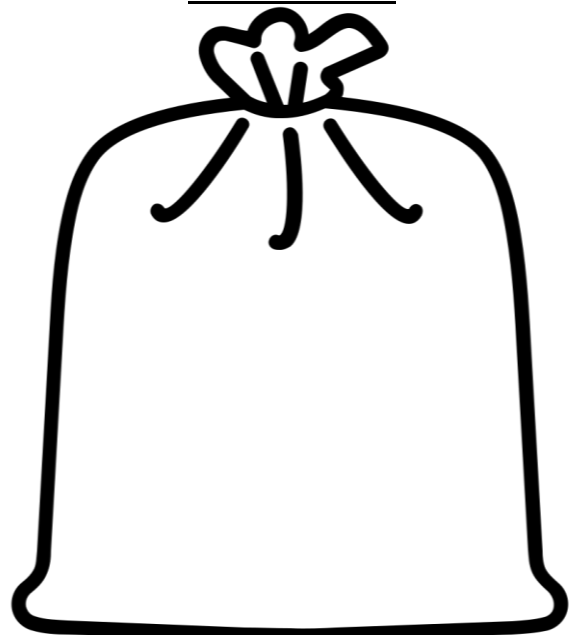
1.1.1 En aquestes bosses hem recollit aire net i aire contaminat. Dibuixa i descriu quines creus que son les diferències entre un aire i l'altre.

Aire net



Explicació del dibuix:

Aire contaminat



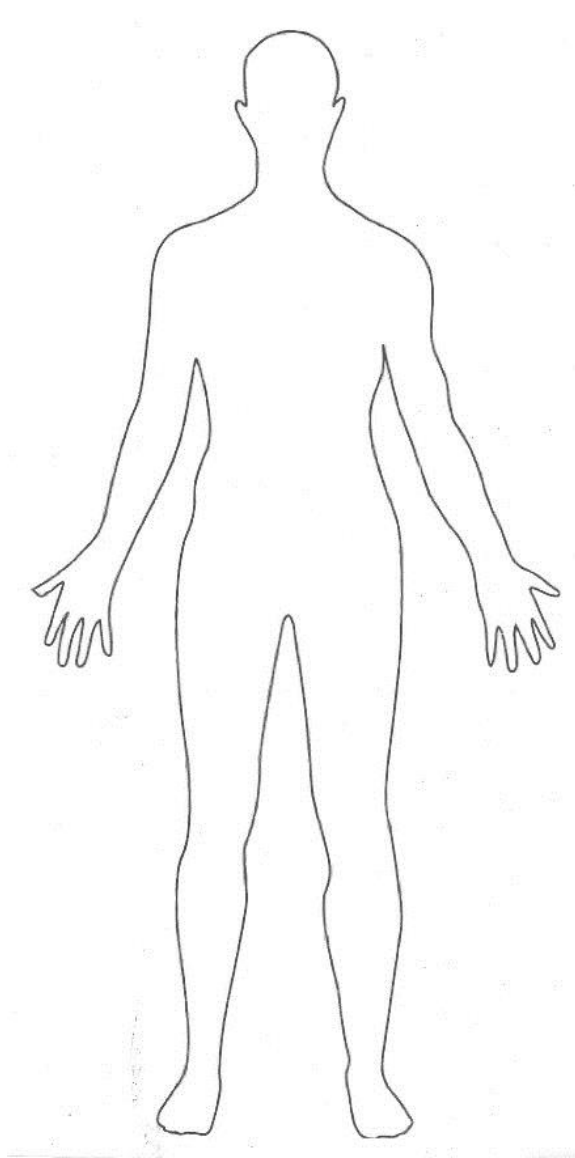
Explicació del dibuix:

IDEES PRÈVIES



1.1.2 A partir del que has dibuixat dins les bosses d'aire pensa en les substàncies que hi ha a l'aire que poden afectar a la nostra salut. Després, dibuixa i explica:

- Com t'imagines que aquestes substàncies entren al nostre cos?
- Quin camí creus que fan dins del nostre cos?
- A quins sistemes penses que afecten?
- Quins problemes penses que poden comportar?



Explicació del dibuix:

COM ÉS L'AIRE?

Abans d'entrar a parlar de la contaminació atmosfèrica, pensarem sobre què i com és l'aire.



1.2.1 Imagineu-vos que ens quedem tancats a l'aula i segellem totes les portes i les finestres, de manera que queda tancada hermèticament.

Canvia la quantitat d'aire?		
Augmenta	Disminueix	Igual
Justifica la resposta		

Canvia la composició de l'aire?			
O ₂	Augmenta	Disminueix	No varia
CO ₂	Augmenta	Disminueix	No varia
N ₂	Augmenta	Disminueix	No varia
Justifica les respostes:			

Canvia la qualitat de l'aire?		
Mateix nivell de contaminació	Augmenta el nivell de contaminació	Disminueix el nivell de contaminació
Justifica la resposta		



1.2.2 Poseu en comú les respostes dels diferents grups i compareu les vostres explicacions.



1.2.3 Veurem què diu la ciència sobre la composició de l'aire (net).

La ciència defineix l'aire com una mescla de gasos en diferents proporcions. El 78 % nitrogen (N_2), el 21 % oxigen (O_2), el 0,035 % diòxid de carboni (CO_2) i altres gasos.



1.2.4 A partir de la discussió reescriu si canviaria la quantitat, composició i qualitat de l'aire.

COM ÉS LA CONTAMINACIÓ?



1.3.1 Hem vist que l'aire és una mescla de gasos, però, quan parlem de contaminació de l'aire ens referim a la presència d'altres gasos, són els mateixos en diferent composició o no són gasos?



1.3.2 Farem un experiment reproduint el fum que treuen els cotxes o les fàbriques a partir de la crema d'un cacauet.

<p>Què vull saber?</p> <p>Si cremem un cacauet com és el fum que s'allibera?</p>	<p>Què tinc?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vidre de rellotge • Pinça de fusta • Cacauet • Encenedor • Filferro • Tap de suro • Lupa o microscòpic
<p>Què faig?</p>	
<p>Què crec que passarà?</p>	<p>Per què crec que passarà?</p>

FEM L'EXPERIMENT	
Què ha passat?	Per què crec que ha passat?



1.3.3 Anem a veure què passa amb l'aire de les ciutats i com els equips científics estudien com és aquest aire.

VÍDEOS 1+2 SOBRE ELS FILTRES DE LES ESTACIONS DE LA QUALITAT DE L'AIRE

També podeu llegir aquest fragment d'un article científic:

Hi ha diferents gasos, i sòlids en suspensió que trobem a l'aire que es consideren contaminants. L'Agència de Protecció del Medi Ambient dels Estats Units defineix la contaminació atmosfèrica com una o més substàncies que tenen concentracions a l'aire suficientment altes com per produir danys als humans, a altres animals, a vegetació o a materials. Els contaminants es poden classificar de diverses maneres, però una d'elles és dividir-los en gasos i partícules en suspensió (moltes vegades conegudes com a PM, de l'anglès *particulate matter*). Els gasos són aquells contaminants que estan en estat gasós o vapor. Els gasos contaminants més rellevants per les seves conseqüències en la salut són el diòxid de nitrogen (NO_2), el diòxid de sofre (SO_2) o l'ozó troposfèric (O_3) (no confondre amb l'ozó estratosfèric, la coneguda capa d'ozó, que es troba a 20 km d'altura i ens protegeix de la radiació ultraviolada). Les partícules en suspensió inclouen totes aquelles substàncies que es troben en l'aire en estat líquid o sòlid. Aquestes inclouen, per exemple, la pols d'origen mineral (sorra) o el sutge.

Fragment de: Basagaña, X. (2018). Els efectes de la contaminació en les persones: què en sabem i de què busquem evidències. *Revista Ciències*



1.3.4 A partir del que hem vist i hem llegit, torneu a reflexionar i expliqueu com és l'aire contaminat.

DE QUINA MIDA SÓN LES PARTÍCULES CONTAMINANTS?



1.4.1 En el fragment del vídeo del QQC hem vist que la mida de les partícules contaminants és important. Recordem-ho:

La mida és important per a la nostra salut

Una característica important de les partícules és la seva mida, ja que això determina, en part, els efectes que poden causar en la salut. Els humans hem desenvolupat maneres de filtrar les partícules, sobretot les d'origen natural, que són més grans. Així, les partícules de més de $10\ \mu\text{m}$ queden retingudes al nas o la gola (Figura 2). Les de menys de $10\ \mu\text{m}$ (PM 10) ja són respirables, arriben al pulmó, però si són de més de $2.5\ \mu\text{m}$ només poden arribar als bronquis o als bronquíols. Les partícules de menys de $2.5\ \mu\text{m}$ (PM 2,5), anomenades fines, poden arribar fins als alvèols. Finalment, les partícules ultrafines, de menys de $0.1\ \mu\text{m}$, poden arribar al teixit pulmonar i passar al torrent sanguini, des d'on poden arribar a qualsevol part del cos i causar problemes, cosa que les fa més perilloses.

Fragment de: Basagaña, X. (2018). Els efectes de la contaminació en les persones: què en sabem i de què busquem evidències. *Revista Ciències*



1.4.2 Com ordenaries aquests objectes/elements: cèl·lula, molècula d'aigua, gra d'arròs, diàmetre cabell, àtom de carboni, gra de sorra fina, gra de sucre, partícules contaminants de $10\ \mu\text{m}$ (PM 10), partícules contaminants de $2,5\ \mu\text{m}$ (PM 2,5)?

Menor



Ho podem veure _____



Major



1.4.3 A partir de la simulació <http://learn.genetics.utah.edu/content/cells/scale/> i la següent infografia reordeneu, si cal, els objectes/elements anteriors i afegiu la seva mida.



Imatge extreta del Departament de Territori i sostenibilitat.

Menor



Ho podem veure _____



Major



1.4.4 Hem vist que algunes de les partícules contaminants que es troben en suspensió a l'aire són molt petites, però tot i així molt més grans que les partícules (àtoms, molècules) que componen l'aire (net). Com t'expliques que les partícules sòlides com les PM es trobin en suspensió (surant) a l'aire i no precipitin a terra immediatament? Per ajudar-te a explicar-ho, mira el vídeo que trobaràs al següent enllaç:

<https://www.stem.org.uk/resources/elibrary/resource/28836/brownian-motion>.



1.4.5 Poseu en comú les vostres explicacions, i consensueu una explicació sobre com les PM es troben en suspensió en l'aire.



1.4.6 Finalment, veurem quins són els efectes sobre la salut de les partícules contaminants:

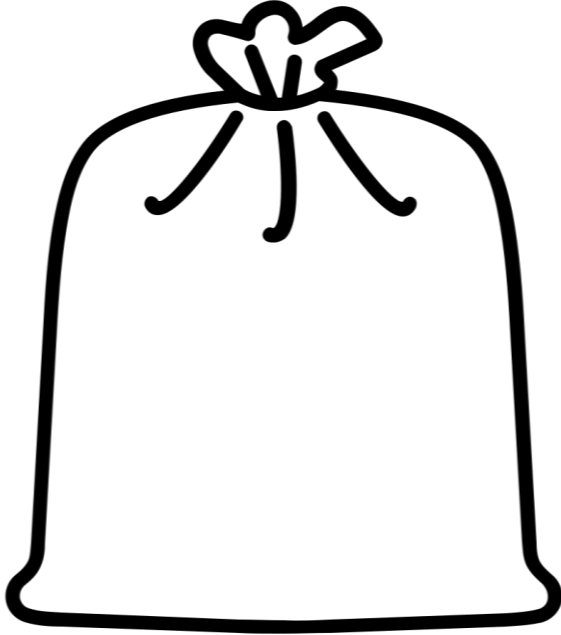
<https://www.youtube.com/watch?v=vdhDnYdBDhQ&feature=youtu.be>

QUÈ EN SABÍEM I QUÈ EN SABEM?

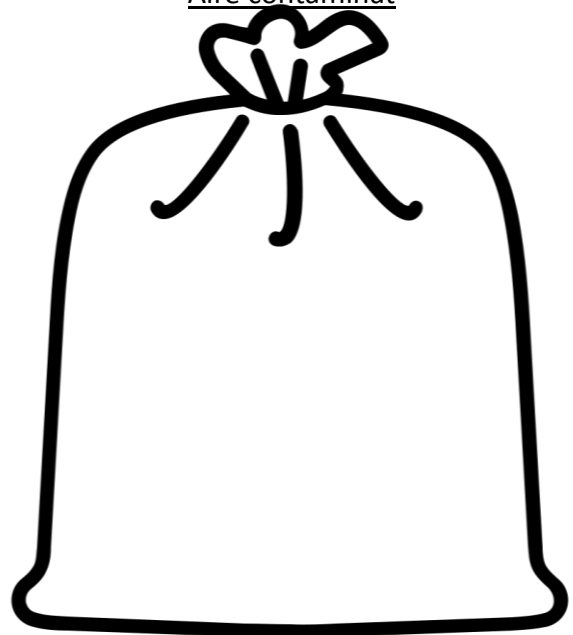
Torna a fer els mateixos dibuixos que vas fer al principi del projecte i explica com ha canviat.

1.5.1 En aquestes bosses hem recollit aire net i aire contaminat. Dibuixa i descriu quines creus que son les diferències entre un aire i l'altre.

Aire net



Aire contaminat



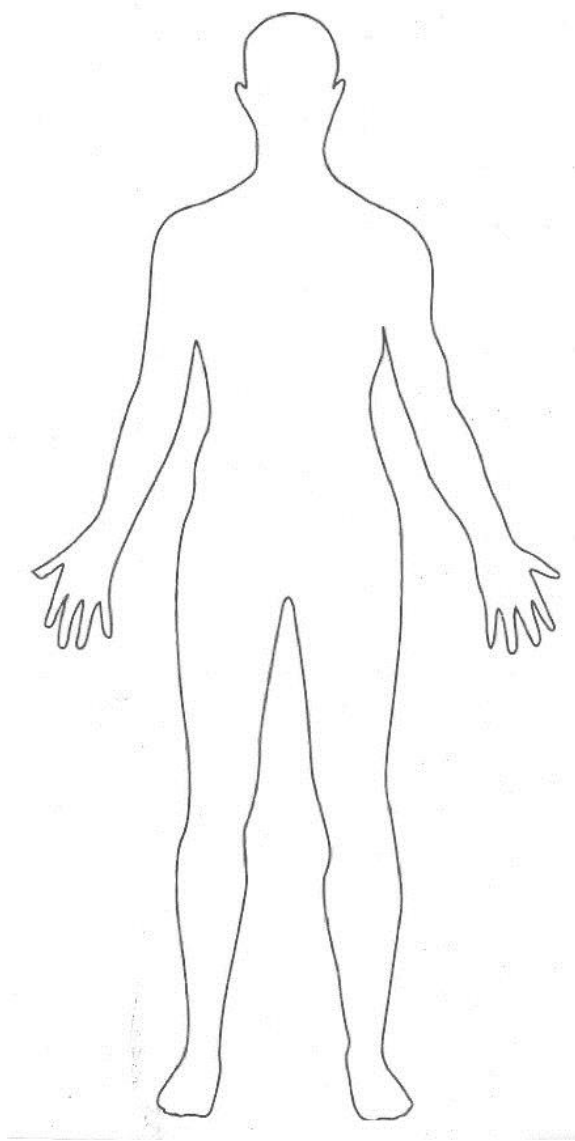
En què han canviat els vostres dibuixos?

IDEES PRÈVIES



1.5.2 A partir del que has dibuixat dins les bosses d'aire pensa en les substàncies que hi ha a l'aire que poden afectar a la nostra salut. Després, dibuixa i explica:

- Com t'imagines que aquestes substàncies entren al nostre cos?
- Quin camí creus que fan dins del nostre cos?
- A quins sistemes penses que afecten?
- Quins problemes penses que poden comportar?



Explicació del dibuix:

En què ha canviat la teva explicació?

PROJECTE

atenció

CIÈNCIA, CIUTADANIA, CONTAMINACIÓ, COGNICIÓ I COMUNITAT

Bloc 2. Una mirada a la
contaminació des de la
Biologia



Una mirada a la contaminació des de la Biologia. Material de l'alumnat del Projecte ATENCIÓ.
Creada per Isabel Pau, Digna Couso i Maria Isabel Hernández.

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

Citar com:

Pau, I., Couso, D. i Hernández, M. (2019). Una mirada a la contaminació des de la Biologia.
Material de l'alumnat del Projecte ATENCIÓ. A Solé C., Tena, E., Couso, D., Hernández M.
(coord.), *Investigar sobre contaminació a l'aula de Secundària. Material de l'alumnat* (pp. 33-
57). Bellaterra: Publicacions CRECIM.

Aquesta seqüència didàctica forma part del projecte "Ciència ciutadana per analitzar l'efecte de la contaminació en la funció cognitiva dels adolescents (ATENCIÓ)" finançat per RecerCaixa (2017 ACUP 00274) i desenvolupat pel CRECIM i ISGlobal amb el suport de l'Obra Social la Caixa i l'ACUP.



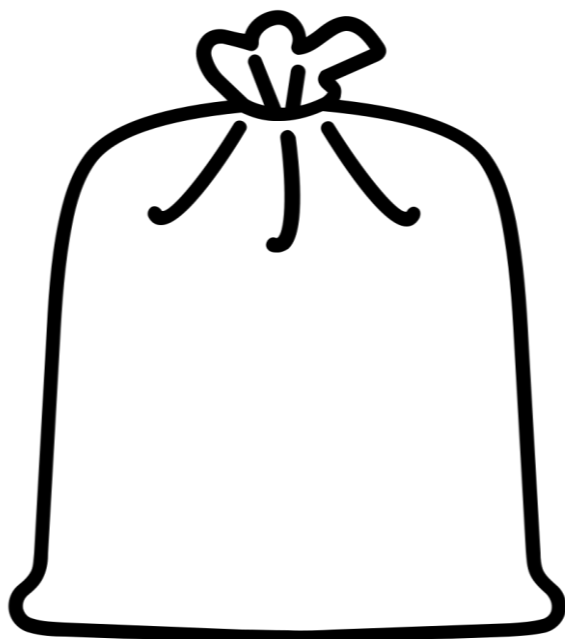


QUÈ SABEM DE LA CONTAMINACIÓ I ELS SEUS EFECTES SOBRE LA SALUT?



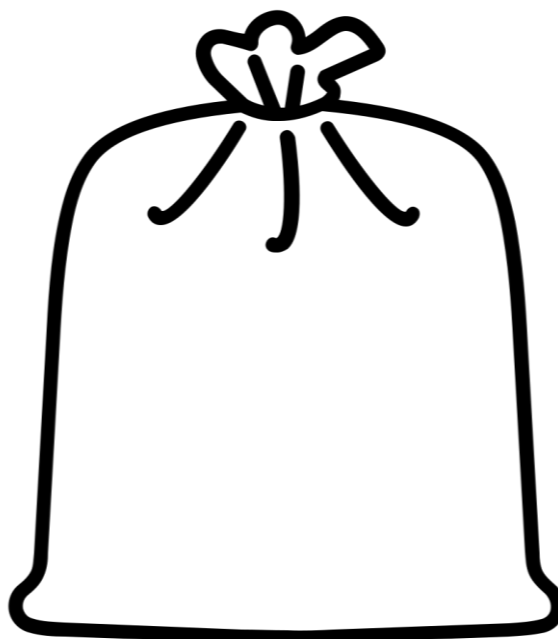
2.1.1 En aquestes bosses hem recollit aire net i aire contaminat. Dibuixa i descriu quines creus que son les diferències entre un aire i l'altre.

Aire net



Explicació del dibuix:

Aire contaminat



Explicació del dibuix:

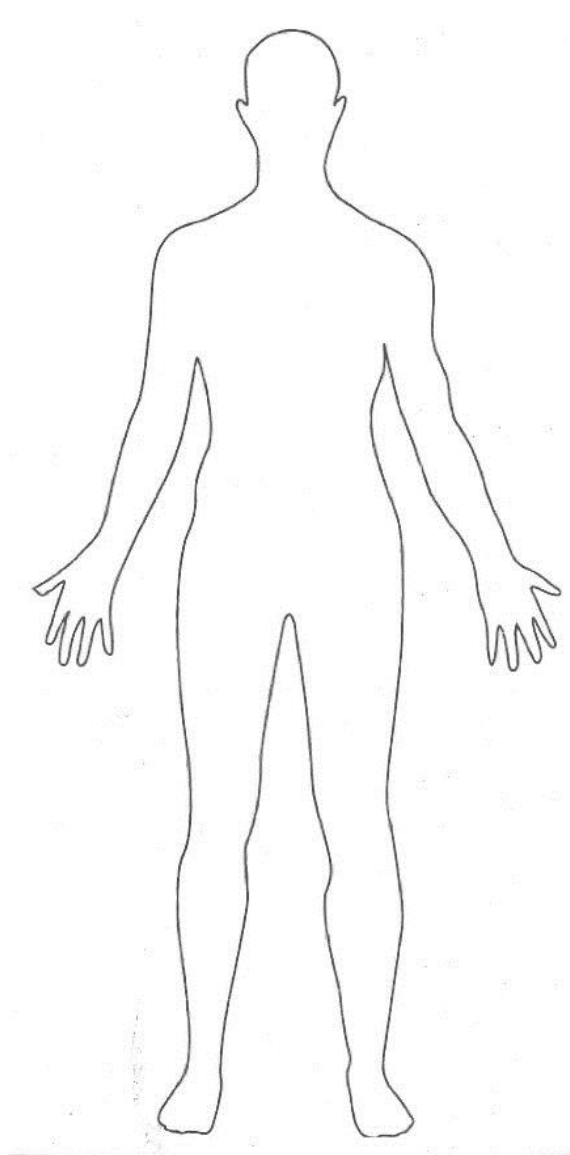


IDEES PRÈVIES



2.1.2 A partir del que has dibuixat dins les bosses d'aire pensa en les substàncies que hi ha a l'aire que poden afectar a la nostra salut. Després, dibuixa i explica:

- Com t'imagines que aquestes substàncies entren al nostre cos?
- Quin camí creus que fan dins del nostre cos?
- A quins sistemes penses que afecten?
- Quins problemes penses que poden comportar?



Explicació del dibuix:

QUÈ VOL DIR QUE L'AIRE ESTÀ CONTAMINAT?



2.2.1 A partir dels dibuixos que heu fet a l'activitat anterior, i altres idees que pugueu tenir, completeu taula següent:

Contaminants de l'aire	Fonts d'emissió	Naturalesa de la font (Natural / Antropogènica)

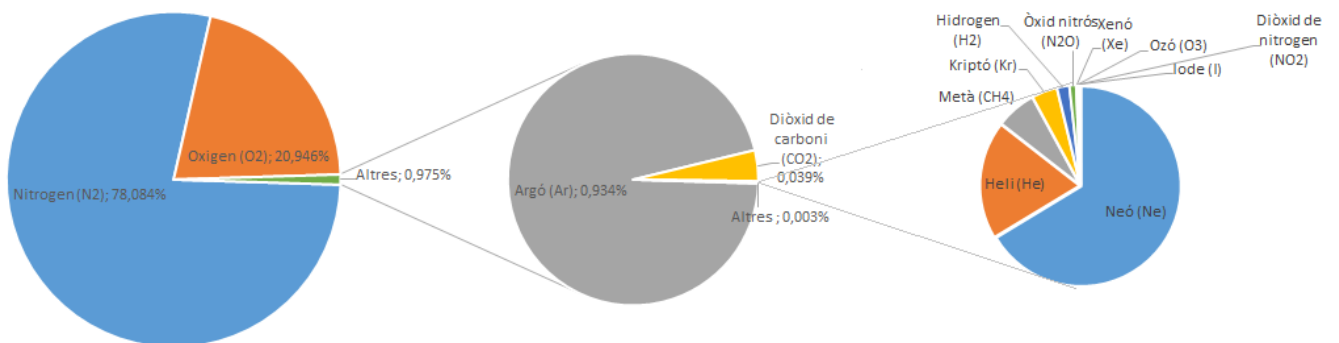


2.2.2 Afegiríeu el pol·len, una tempesta de sorra o l'erupció d'un volcà a la taula anterior? Justifiqueu les vostres respostes.



2.2.3 L'aire net està compost pels següents elements:

Composició de l'atmosfera seca



MÒDUL 2. Una mirada a la contaminació des de la Biologia

Hi ha algun dels components que trobem a la composició de l'aire net que l'hagueu considerat anteriorment com a contaminant? Argumenta-ho.

Hi ha algun dels components que heu descrit anteriorment com a contaminant que no es trobi a la composició de l'aire net? Quins?

La Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació atmosfèrica monitoritza els nivells de O₃, NO₂ i PM 10:

http://www.gencat.cat/mediamb/gaire/mapes_qualitat_aire_catalunya/mapesqualitatairecatalunya.html Aquests estaven a la composició de l'aire net? Per què creus que monitoritzen aquests?

Per què creus que les estacions de la Xarxa de Vigilància no monitoritzen el CO₂ tot i que el considerem contaminant?

MÒDUL 2. Una mirada a la contaminació des de la Biologia



2.2.4 Consensueu amb els companys a partir de de les activitats realitzades com definiríeu “contaminació atmosfèrica”.

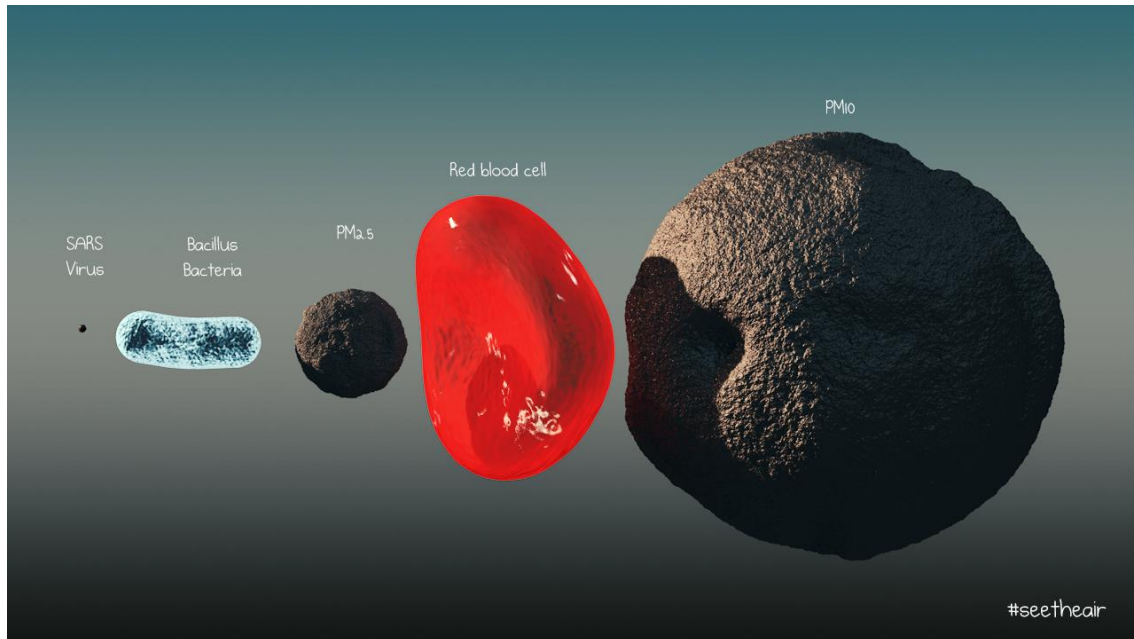


2.2.5 Escriviu la definició com si fos una entrada de Viquipèdia.

The screenshot shows the Wikipedia page for 'Contaminació atmosfèrica' in Catalan. The page title is 'Contaminació atmosfèrica'. The left sidebar contains various navigation links such as 'Portada', 'Article a l'altar', 'Articles de qualitat', 'Comunitat', 'Portal viquipedista', 'Canvis recents', 'La taverna', 'Contacte', 'Jat', 'Donatius', 'Ajuda', 'Eines', 'Què hi entença', 'Canvis relacionats', 'Pàgines especials', 'Enllaç permanent', 'Informació de la pàgina', 'Element a Wikidata', 'Citeu aquest article', 'Imprimeix/Exporta', 'Crear un llibre', 'Baixa com a PDF', 'Versió per a impressora', 'En altres projectes', 'Commons', and 'En altres idiomes'. The main content area is mostly blank, with a small image on the right showing a satellite view of the Earth with a caption 'Contaminació atmosfèrica a la Xina'. The browser address bar shows the URL 'https://ca.wikipedia.org/wiki/Contaminació_atmosfèrica'.

COM RESPON EL COS A LA CONTAMINACIÓ DE L'AIRE?

Fins ara hem estat parlant dels contaminants que tenen efectes tant globalment (com per exemple el CO₂), com per la salut (com les PM). Ara focalitzarem en com respon el cos a la contaminació de l'aire. Per fer-ho, cal tenir en compte de quina mida són les partícules contaminants (PM) ja que són les més perjudicials per a la nostra salut.



Imatge: https://seetheair.wordpress.com/2018/09/25/pathogens-air-pollutants/amp/?_twitter_impression=true



2.3.1 Hem demanat a tres alumnes de 3r d'ESO la mateixa pregunta que us demanàvem a l'inici, sobre el recorregut de la contaminació dins del cos, i hem obtingut tres tipus de respostes:



A quin dels tres s'assembla més el teu dibuix? Quin dels tres dibuixos creus que és millor?



2.3.2 El professorat que corregeix aquest dibuixos considera que en realitat tots tres tenen raó. Feu petits grups d'experts, on cada grup discutirà un dels dibuixos per intentar entendre la resposta del professorat.

<p>Per discutir el dibuix 1: Què creus que passa al nas que ajuda a evitar l'entrada de les partícules contaminants?</p> <p>Quina és la funció dels cilis i la mucosa del nas i la tràquea?</p> <p>A quin tipus de partícules impedeixen l'entrada? Quina mida tenen?</p> <p>Aquests mecanismes deixen passar altres partícules?</p>	<p>Per comprendre el mecanisme mira algun dels següents vídeos:</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=7vCch1u6yh&t=79s</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=CHAznlTcB14</p>
<p>Per discutir el dibuix 2: Què creus que passa a l'aparell respiratori (tràquea, bronquis, bronquíols, alvèols) que ajuda a evitar l'entrada de les partícules contaminants? A quina forma ho podem assimilar?</p> <p>Quina és la funció dels cilis?</p> <p>A quin tipus de partícules impedeixen l'entrada? Quina mida tenen?</p> <p>Aquests mecanismes deixen passar altres partícules?</p>	<p>Reportatge "Contaminació diesel: no és només VW" del programa Què Qui Com [minuts 16:44 – 18:10]:</p> <p>http://www.ccma.cat/tv3/alacarta/quequicom/contaminacio-diesel-no-es-nomes-vw/video/5581651/</p>
<p>Per discutir el dibuix 3: Com penseu que han pogut arribar aquestes partícules al cervell?</p> <p>Busqueu quines són les dues hipòtesis que tenen els científics sobre l'arribada d'aquestes partícules.</p> <p>Quina mida penseu que deuen tenir aquestes partícules?</p>	<p>Reportatge "Contaminació diesel: no és només VW" del programa Què Qui Com [minuts 22:40 – 24]:</p> <p>http://www.ccma.cat/tv3/alacarta/quequicom/contaminacio-diesel-no-es-nomes-vw/video/5581651/</p>



2.3.3 Formeu nous grup on hi hagi com a mínim una persona que hagi discutit cadascun dels tres dibuixos i poseu en comú les vostres explicacions.



2.3.4 Ara que heu vist les diferents explicacions, justifiqueu perquè tots tres alumnes tenien raó.



Experts

2.4.1 COM ENS AFECTA L'ENTRADA DE LES PARTÍCULES CONTAMINANTS?

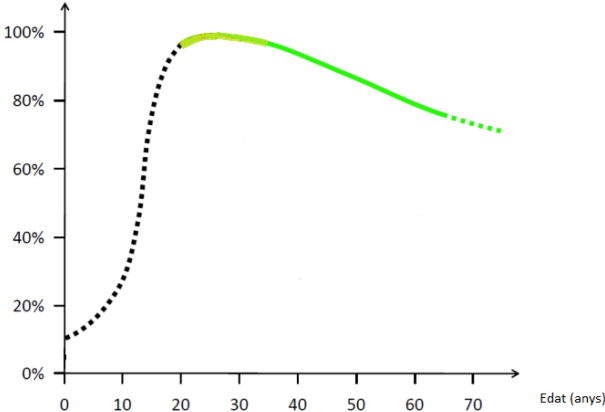
Com ja hem vist les partícules de contaminació penetren en el cos. Treballem per grups d'experts alguns dels estudis científics¹ que s'han fet per tal de veure els efectes de la contaminació en diferents sistemes del cos humà.

Cada grup haurà d'analitzar un estudi de la següent manera:

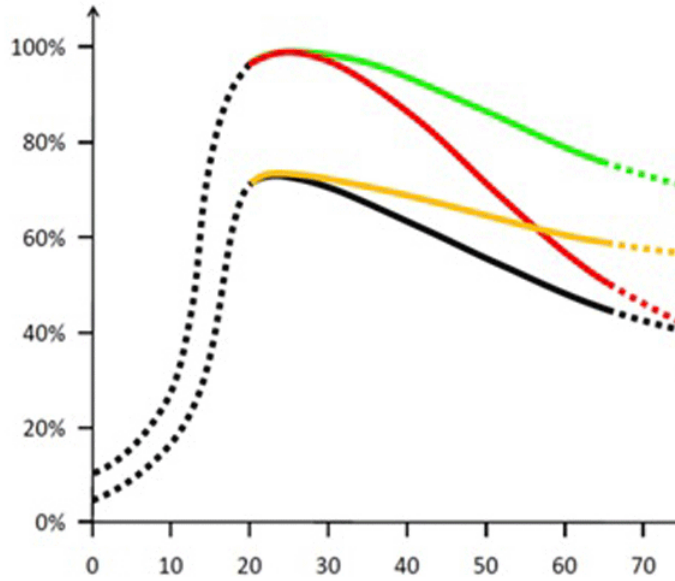
- Llegiu els apartats “Què volien saber?”, “Què tenien?” i “Què van fer?”
- Prediu els resultats completant l'apartat “Què crec que passarà?” i “Per què crec que passarà?”
- Compareu la vostra predicció amb els resultats analitzant l'apartat “Què ha passat?” i descriuiu-ne les diferències “Per què crec que ha passat?”.
- Escriviu quina és la vostra conclusió de l'article
- Reviseu l'anàlisi de l'estudi a partir de la lectura de l'article de Xavier Basagaña (2018)

¹ Estudis descrits a l'article de Basagaña (2018) o que comenta en una de les seves conferències (Disponible a: <https://www.youtube.com/watch?v=g11RvtcMXXw> [Última consulta: Juliol 2018])

Estudi 1: Efectes en la salut respiratòria

<p>Què volien saber?</p> <p><i>Volien saber com la contaminació afectava a la capacitat pulmonar</i></p>	<p>Què tenien?</p> <p><i>Un aparell per mesurar la capacitat pulmonar</i></p> <p><i>Les dades sobre les condicions on vivien la gent</i></p>
<p>Què van fer?</p> <p><i>Van mesurar l'evolució de la capacitat pulmonar entre el 20 i els 60 anys de diferents grups de persones, el primer grup no estaven exposats a la contaminació, el segon exposats a la contaminació a l'edat adulta, el tercer grup exposats en la infància però no en l'edat adulta i un quart grup exposats tant en la infància com en l'edat adulta.</i></p>	
<p>Què crec que passarà?</p>  <p>En la gràfica es mostren els resultats de l'evolució de la capacitat d'una persona no exposada a la contaminació (Grup 1) durant la seva vida. Completa la gràfica dibuixant quins resultats creus que obtindran els científics al mesurar la capacitat pulmonar en els següents grups de persones. Segueix el codi de colors indicat.</p> <p>Grup 2: Persones exposades a contaminació a l'edat adulta (línia vermella)</p> <p>Grup 3: Persones exposades a la contaminació en la infància (fins als 20 anys) però no després (línia groga)</p> <p>Grup 4: Persones exposades a la contaminació tant en la infància com en l'edat adulta (línia negra).</p>	<p>Per què crec que passarà?</p> <p>Explica els resultats que has predit.</p>
<p>REALITZACIÓ DE L'EXPERIMENT</p>	

Què ha passat?



Per què crec que ha passat?

A partir dels resultats de l'estudi escriu com creus que es podrien explicar.

Describeu la gràfica i explica en què es diferencia amb el que havies dibuixat tu.

Conclusió

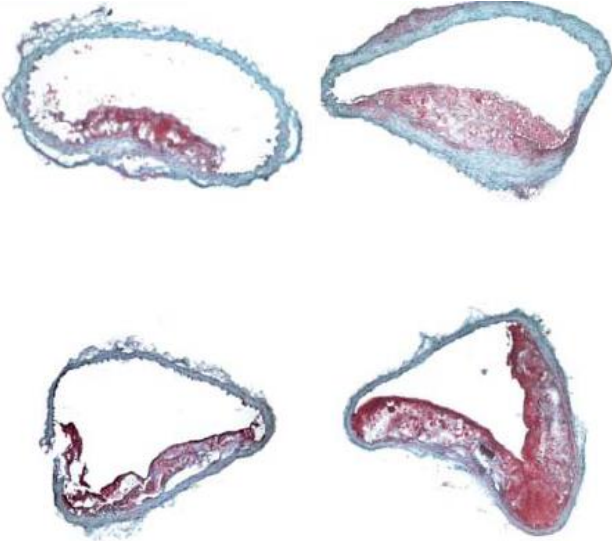
Efectes en la salut respiratòria

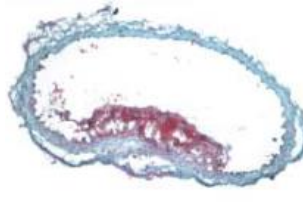
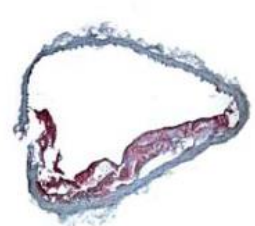
L'exposició aguda a contaminació (dies amb pics de contaminació) augmenta el risc de morir o de ser hospitalitzat per malalties respiratòries. També augmenta el nombre de gent que pateix atacs d'asma i el consum de medicaments relacionats amb el sistema respiratori. Com s'ha comentat, aquests augments de risc es donen en població ja susceptible. A més a més, també s'han documentat disminucions transitòries (recuperables) de la capacitat pulmonar, sobretot en asmàtics o persones amb malaltia pulmonar obstructiva crònica. Un exemple és un estudi a Londres que feia passejar durant dues hores a asmàtics per Oxford Street (carrer molt transitat) i en una altra ocasió per Hyde Park (un parc sense trànsit) (McCreanor et al., 2007). Després de les dues hores passejant per Oxford Street, els participants patien una reducció del 6% de la capacitat pulmonar, mentre que això no es donava quan passejaven per Hyde Park.

Pel que fa als efectes d'exposició crònica a contaminació, hi ha estudis que la relacionen amb més risc de desenvolupar asma i càncer de pulmó (Thurston et al., 2017). També s'ha vist que l'exposició a contaminació afecta a la capacitat pulmonar en totes les fases de la vida. La capacitat pulmonar va augmentant amb l'edat, fins que assolim el nostre màxim al voltant dels 20 anys. A partir d'aquí, comença una lenta disminució fins al final de la vida. Quan s'assoleixen uns nivells massa baixos de capacitat pulmonar s'entra en una situació d'extrema fragilitat que ens posa a risc de patir esdeveniments fatals. Com s'ha dit, la contaminació incideix en la capacitat pulmonar en totes les edats. Durant la joventut, pot endarrerir-ne el creixement i evitar que s'assoleixi el màxim de capacitat pulmonar que s'hagués assolit vivint en una zona menys contaminada (línies inferiors de la Figura 4, negra i groga). Això fa que es tingui menys marge de declivi fins a arribar a nivells crítics a la vellesa (s'hi arribarà abans), per tant, l'exposició a contaminació durant la infància incideix en el que passarà a la vellesa. Igualment, en l'edat adulta, estar exposat a nivells alts de contaminació pot accelerar el decreixement de capacitat pulmonar (línies vermella i negra a la Figura 4). Això també facilita que s'arribi abans als nivells crítics.

Fragment de: Basagaña, X. (2018) Els efectes de la contaminació en les persones. Què en sabem i de què busquem evidències. Revista Ciències, 35, p. 28-34.

Estudi 2: Efectes en la salut cardiovascular

<p>Què volien saber?</p> <p><i>Volien comprovar la hipòtesi que l'exposició crònica a partícules PM 2,5 encara que fos a baixes concentracions podia potenciar l'arteriosclerosi, és a dir l'acumulació de placa en les artèries.</i></p>	<p>Què tenien?</p> <p><i>Un grup de ratolins (28) que podien sotmetre a diferents dietes i concentracions de partícules en suspensió.</i></p> <p><i>Capacitat de realitzar talls histològics de les artèries per tal de veure l'acumulació de placa.</i></p>
<p>Què van fer?</p> <p><i>Van assignar els 28 ratolins en 4 grups diferents a l'atzar segons les condicions a les quals estaven sotmesos: dieta rica en greixos i ambient exposat a PM2,5; dieta normal i ambient exposat a PM2,5; dieta rica en greixos i aire filtrat; dieta normal i aire filtrat. Al cap de 6 mesos van analitzar la placa que s'havia format en l'artèria aorta abdominal.</i></p>	
<p>Què crec que passarà?</p> <p>Indica per a cada un d'aquests talls histològics a quines condicions creus que corresponen.</p> <p>Recorda que les variables són: Dieta (Rica en greixos o normal) i ambient (exposat a PM2,5 o aire filtrat).</p> 	<p>Per què crec que passarà?</p> <p>Explica els resultats que has predit.</p>
<p>REALITZACIÓ DE L'EXPERIMENT</p>	

Què ha passat?	Per què crec que ha passat?
	<p>A partir dels resultats de l'estudi escriu com creus que es podrien explicar.</p>
<p>Aire filtrat Dieta normal</p>	<p>PM2,5 Dieta normal</p>
	
<p>Aire filtrat Dieta rica en greixos</p>	<p>PM2,5 Dieta rica en greixos</p>
<p>Observa a quina condició correspon cada tall histològic i explica en què es diferencia amb el que havies pensat tu.</p>	
<p>Conclusió</p>	

Taula feta a partir de l'estudi Sun, Q., Wang, A., Jin, X., Natanzon, A., Duquaine, D., Brook, R. D. & Chen, L. C. (2005). Long-term air pollution exposure and acceleration of atherosclerosis and vascular inflammation in an animal model. *Jama*, 294(23), 3003-3010.

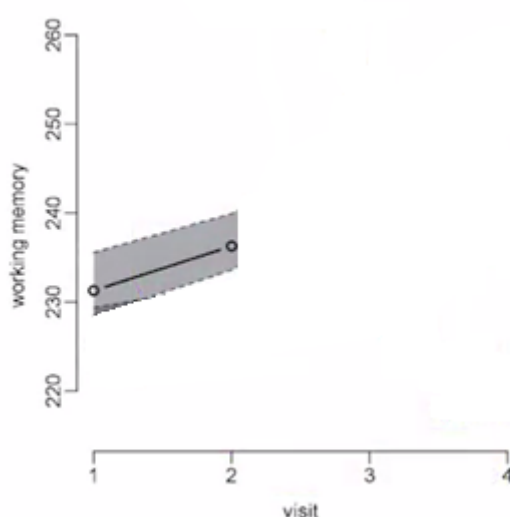
Efectes en la salut cardiovascular

Els efectes de la contaminació en la salut respiratòria són els primers que es van descriure, per ser també els més obvis (respirem la contaminació, per tant pot afectar als pulmons). No obstant, avui en dia hi ha molta evidència de que la contaminació provoca també efectes cardiovasculars (Brook et al., 2010; Thurston et al., 2017). Els pics de contaminació provoquen augments del risc d'infart de miocardi, insuficiència cardíaca, ictus i arítmies, així com també augments de la pressió arterial. Aquests increments de risc es tradueixen en augments del nombre de morts prematures i hospitalitzacions per causes cardiovasculars. Al tractar-se d'exposicions agudes, afecten sobretot a persones amb problemes cardiovasculars previs.

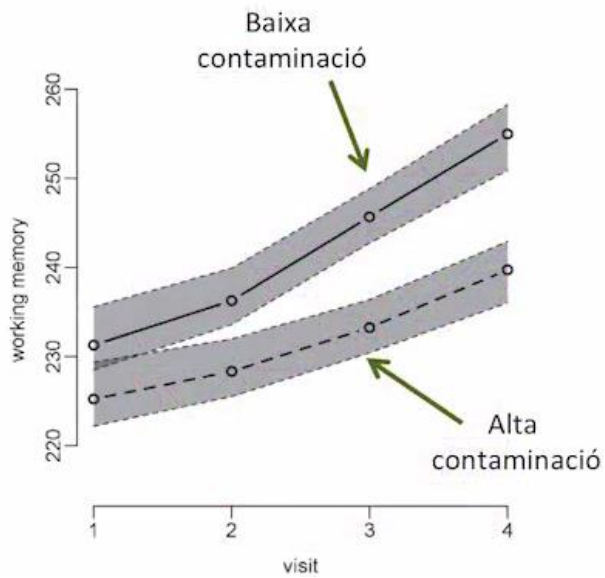
No obstant, també hi ha evidències que l'exposició crònica a contaminació contribueix al desenvolupament de l'aterosclerosi i a la gènesi de la hipertensió crònica. L'aterosclerosi, el procés d'enduriment de les artèries i la formació de plaques a les artèries, és el principal mecanisme que porta a patir infarts de miocardi o ictus. La hipertensió, per la seva banda, també és un dels principals factors associats al risc d'infart o ictus. Així doncs l'exposició a contaminació contribueix no només a l'empitjorament de les malalties cardiovasculars, sinó també a la seva aparició.

Fragment de: Basagaña, X. (2018) Els efectes de la contaminació en les persones. Què en sabem i de què busquem evidències. Revista Ciències, 35, p. 28-34.

Estudi 3: Efectes cognitius

<p>Què volien saber?</p> <p><i>Volien conèixer la relació entre les partícules contaminants provinents del trànsit i el desenvolupament cognitiu dels alumnes de primària.</i></p>	<p>Què tenien?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Test de memòria de treball i d'atenció - Sensors per mesurar la contaminació
<p>Què van fer?</p> <p><i>En l'estudi es van mesurar les concentracions de contaminació a les escoles, tant dins de les aules com als patis. També es van administrar diversos tests de memòria de treball i d'atenció als nens en quatre visites diferents durant un any.</i></p>	
<p>Què crec que passarà?</p>  <p>En la gràfica es mostren els resultats pel que fa a l'evolució entre la primera i la segona visita en les escoles amb baixa contaminació. Continua la línia imaginant-ne quins resultats penses que van trobar els científics en la tercera i quarta visita.</p> <p>Ara dibuixa una altra línia que representi els resultats que penses que trobaran en escoles amb molta contaminació.</p>	<p>Per què crec que passarà?</p> <p>Explica els resultats que has predit.</p>
<p>REALITZACIÓ DE L'EXPERIMENT</p>	

Què ha passat?



Describeu la gràfica i explica en què es diferencia amb el que havies dibuixat tu.

Per què crec que ha passat?

A partir dels resultats de l'estudi escriu com creus que es podrien explicar.

Conclusió

Efectes cognitius

En els darrers anys està creixent l'evidència que la contaminació pot afectar al cervell i provocar efectes cognitius tant a la infància (alentiment del desenvolupament) com en la vellesa (acceleració del declivi cognitiu) (Block et al., 2012). Malgrat que les evidències continuen creixent, la comunitat científica de moment considera que la relació entre contaminació i efectes cognitius és possible però no establerta (Grandjean and Landrigan, 2014).

Quines evidències tenim que reforcen la relació entre cognició i contaminació

Un estudi recent va detectar nanopartícules de magnetita en teixit cerebral humà (Maher et al., 2016). Aquestes partícules es formen durant la combustió, per exemple en els vehicles. Així, aquest estudi va demostrar que partícules formades a l'exterior del cos podien accedir al cervell, que anys enrere es considerava estanc a partícules externes. Aquestes partícules són tòxiques pel cervell i podrien ser un dels mecanismes que expliquen l'associació entre contaminació, cognició i malalties neurodegeneratives.

Recentment a Barcelona es va dur a terme un estudi (estudi BREATHE) en el que van participar 2715 nens de 7 a 10 de 39 escoles (J. Sunyer et al., 2015). En l'estudi es van mesurar les concentracions de contaminació a les escoles, tant dins de les aules com als patis. També es van administrar diversos tests de memòria de treball i d'atenció als nens en quatre visites diferents durant un any. Aquestes capacitats estan en ple desenvolupament durant aquestes edats, i per tant es va poder observar una trajectòria de millora durant l'any d'estudi. No obstant, analitzant els resultats en funció dels nivells de contaminació de cada escola, i controlant per altres variables que poguessin explicar l'associació com el nivell socioeconòmic, es va veure que els alumnes d'escoles més contaminades tenien un desenvolupament més lent que els d'escoles menys contaminades (Figura 5). En concret, mentre que en les escoles menys contaminades hi havia una millora d'un 12% durant un any, en les més contaminades la millora era d'un 7%.

En un subestudi de BREATHE amb 263 nens es van fer ressonàncies magnètiques del cervell i es va confirmar l'alentiment de la maduració del cervell en els que assisteixen a escoles més contaminades (Pujol et al., 2016). A part d'analitzar els efectes de l'exposició crònica a contaminació, una altra anàlisi va observar que la capacitat d'atenció també és vulnerable als pics de contaminació. Independent de l'escola on anaven, els dies amb nivells més alts de contaminació es recollien pitjors testos d'atenció que en els dies amb nivells més baixos (Jordi Sunyer et al., 2017).

Fragment de: Basagaña, X. (2018) Els efectes de la contaminació en les persones. Què en sabem i de què busquem evidències. Revista Ciències, 35, p. 28-34.



2.4.2 Formeu nous grup on hi hagi com a mínim una persona que hagi discutit cadascun dels casos i poseu en comú les vostres explicacions sobre com afecta la contaminació a cadascun dels següents sistemes:

SISTEMA RESPIRATORI	
SISTEMA CARDIOVASCULAR	
COGNICIÓ	

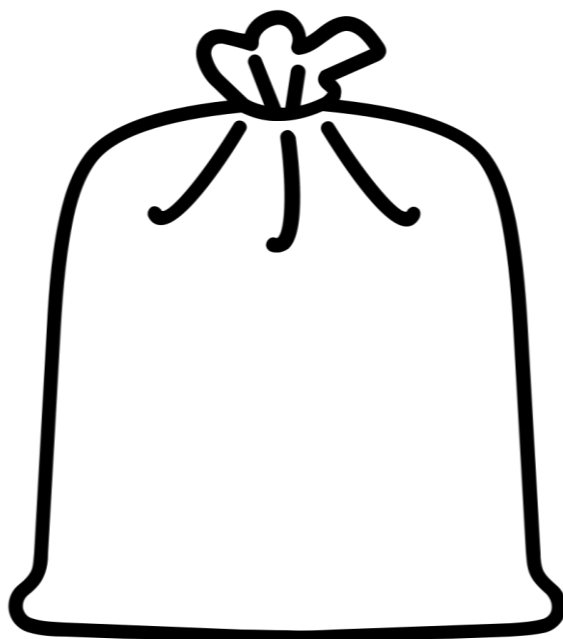


QUÈ EN SABÍEM I QUÈ EN SABEM?

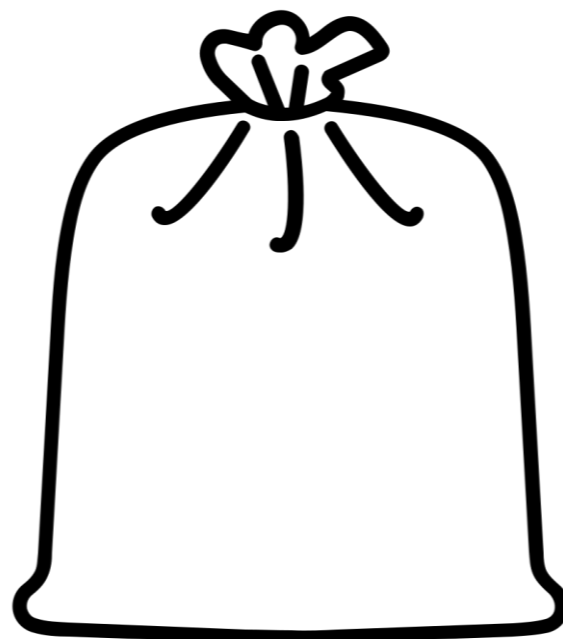


2.5.1 En aquestes bosses hem recollit aire net i aire contaminat. Si poguéssim veure l'aire, dibuixa i descriu com creus que seria en cada cas i quines creus que serien les diferències entre un aire i l'altre.

Aire net



Aire contaminat



En què han canviat els dibuixos que has fet avui en relació al que vas fer abans de realitzar les activitats sobre contaminació? Explica-ho.



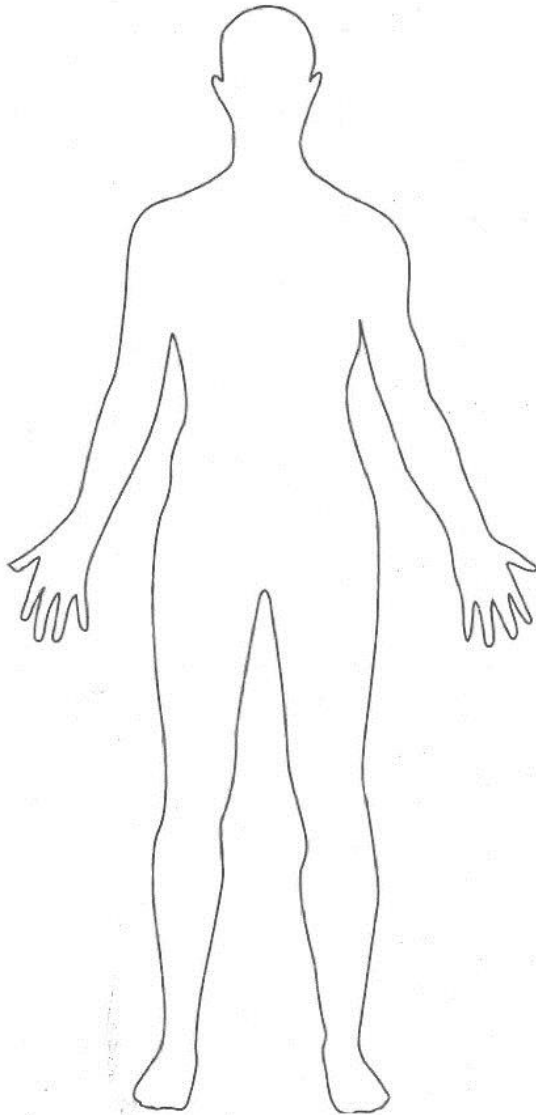
IDEES PRÈVIES



2.5.2 A partir del que has dibuixat dins les bosses d'aire pensa en les substàncies que hi ha a l'aire que poden afectar a la nostra salut. Després, dibuixa i explica:

- Com t'imagines que aquestes substàncies entren al nostre cos?
- Quin camí creus que fan dins del nostre cos?
- A quins sistemes penses que afecten?
- Quins problemes penses que poden comportar?

Explica el dibuix i explica també els canvis existents respecte al dibuix que vas fer abans de realitzar les activitats sobre contaminació.



Explicació del dibuix:

En què ha canviat la teva explicació?

PROJECTE

atenció

CIÈNCIA, CIUTADANIA, CONTAMINACIÓ, COGNICIÓ I COMUNITAT

Mòdul 3. Aprenem a fer
recerca



Aprenem a fer recerca. Material de l'alumnat del Projecte ATENC!Ó. Creada per Èlia Tena, Digna Couso i Maria Isabel Hernández.

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

Citar com:

Tena, E., Couso, D. i Hernández, M. (2019). Aprenem a fer recerca. Material de l'alumnat del Projecte ATENC!Ó. A Solé C., Tena, E., Couso, D., Hernández M. (coord.), *Investigar sobre contaminació a l'aula de Secundària. Material de l'alumnat* (pp. 58-73). Bellaterra: Publicacions CRECIM.

Aquesta seqüència didàctica forma part del projecte "Ciència ciutadana per analitzar l'efecte de la contaminació en la funció cognitiva dels adolescents (ATENC!Ó)" finançat per RecerCaixa (2017 ACUP 00274) i desenvolupat pel CRECIM i ISGlobal amb el suport de l'Obra Social la Caixa i l'ACUP.



APRELEM A DISSENYAR EXPERIMENTS

El soroll, entès com aquells sons molestos que percep l'oïda, també és considerat contaminació, ja que deteriora la qualitat ambiental del territori. Per aprendre a fer experiments sobre contaminació, ens podem inspirar en un experiment sobre contaminació acústica.



3.1.1 Identifica els diferents elements clau d'aquest experiment sobre la contaminació acústica a la Plaça del Sol de Barcelona:

Els veïns de la Plaça del Sol del barri de Gràcia (Barcelona) estan preocupats pel soroll del seu barri i els efectes que això pugui tenir en la seva salut: augment de la irritabilitat, insomni, aïllament... Creuen que a la tarda i durant els caps de setmana és quan hi ha un soroll més alt. Pensen que això pot ser perquè en aquestes moments és quan més gent hi ha a les terrasses de la plaça, sobretot a la primavera i a l'estiu. Decideixen fer un experiment per a comprovar-ho. Amb el sonòmetre del conjunt de sensors SmartCitizen mesuren el nivell de soroll al que estan exposats durant 12h als seus balcons i a continuació observen quins són els moments de màxim soroll.

Making sense project. Plaça del sol: Mapping noise in one of Barcelona's noisiest neighbourhoods. Disponible a: <http://making-sense.eu/campaigns/placa-del-sol/>

PREGUNTA: Què es vol saber?	MATERIAL: Què tinc?
METODOLOGIA: Què faig?	

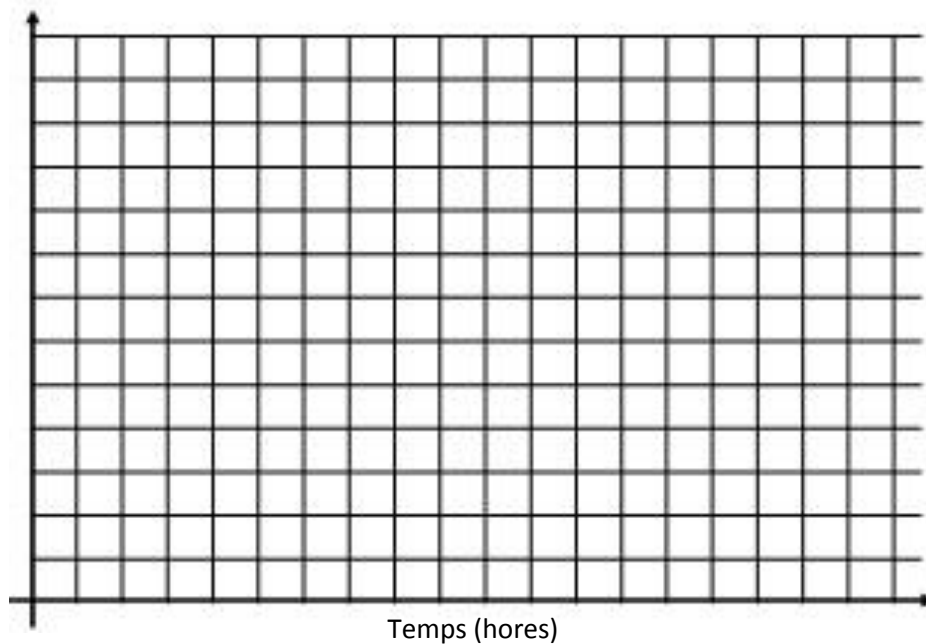
Variable Independent: Quina variable es modifica/ s'observa de l'experiment per tal de comprovar si influeix en els resultats?

Variable Dependent: Què es mesura com a resultat?

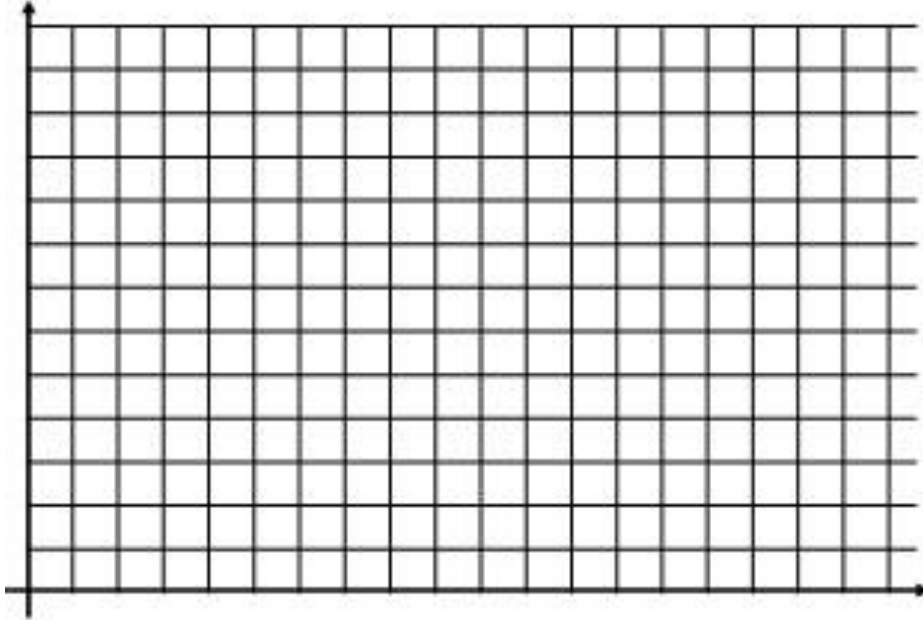
Variables Controlades: Què tenen en compte no variar durant tota l'experiència?

PREDICCIÓ Què crec que passarà? Com creus que variarà la llum en funció de les hores?
Com creus que variarà el so en funció de les hores?

Intensitat sonora (dBC)



Il·luminació (lx)



Temps (hores)

HIPÒTESIS: Per què crec que passarà?

APRENEM A ANALITZAR RESULTATS I TREURE CONCLUSIONS



3.2.1 Els veïns de la Plaça del Sol van recollir dades durant tot un dia de març d'intensitat sonora i il·luminació, obtenint la següent taula:

Hores (UTC)	Instensitat sonora (dBC)	Il·luminació (lx)
09:00	54.98	13.6
09:30	54.7	21.82
10:00	56.4	21
10:30	51	20.88
11:00	55.37	22.41
11:30	63.53	20.05
12:00	67.78	21.1
12:30	59.49	17.27
13:00	58.2	24.28
13:30	57.63	20.81
14:00	59.64	16.91
14:30	63.02	21.91
15:00	62.82	14.92
15:30	62.77	10.65
16:00	64.5	5.63
16:30	67.22	6.25
17:00	65.59	7.26
17:30	65.69	3.31
18:00	66.71	4.16
18:30	68.39	3.66
19:00	67.72	2.32
19:30	67.85	2.72
20:00	68.49	1.24
20:30	68.12	1.65
21:00	67.78	0

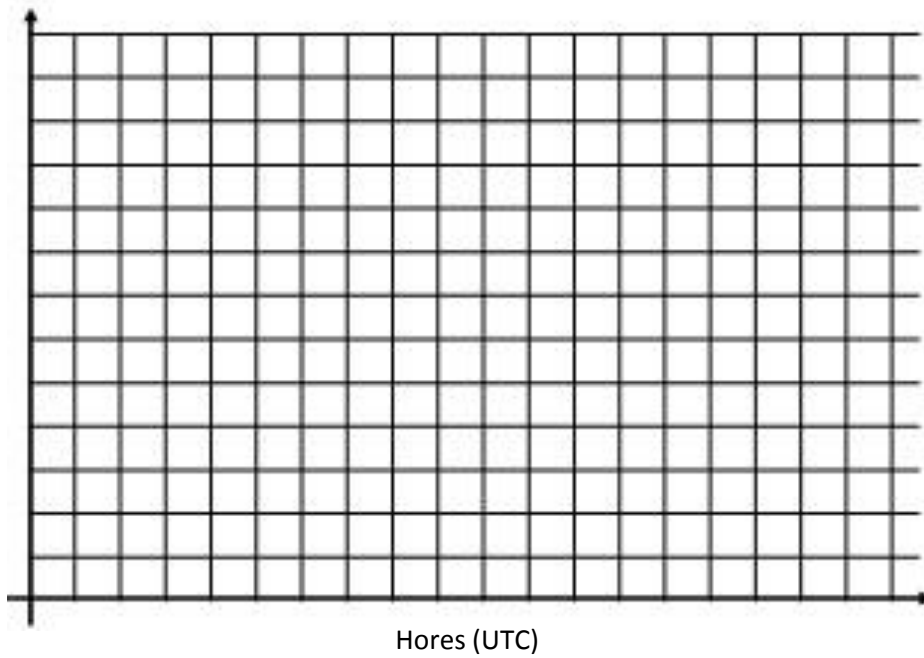
*Making sense project. Plaça del sol: Mapping noise in one of Barcelona's noisiest neighbourhoods.
Disponible a: <http://making-sense.eu/campaigns/placa-del-sol/>*

RESULTATS: Què ha passat?

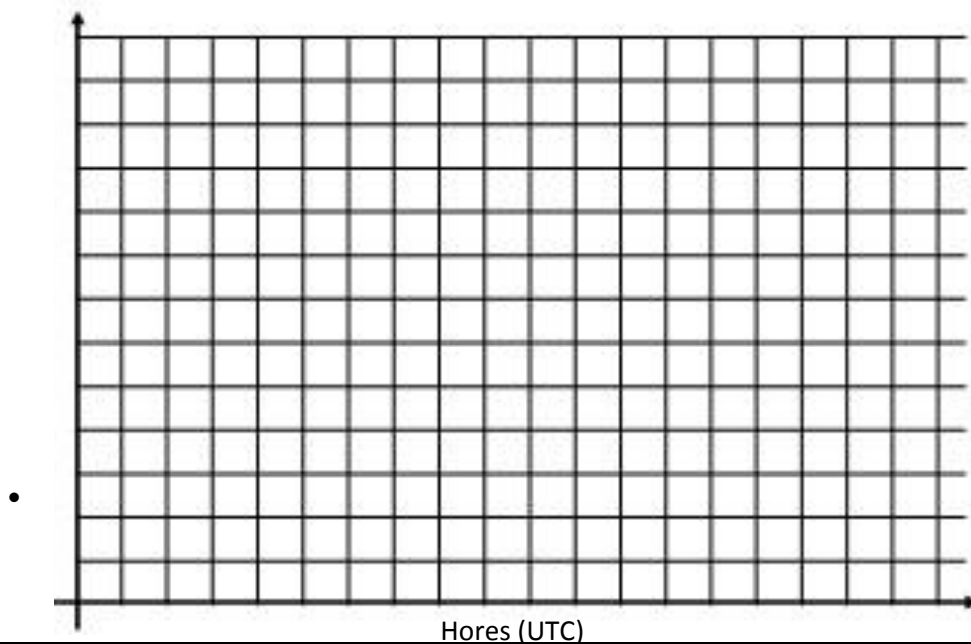
- En quines unitats trobem la intensitat del so i la il·luminació? Què vol dir hores UTC? Busqueu la informació per a poder interpretar aquestes dades.

- Representeu gràficament els resultats obtinguts.

Intensitat sonora (dBC)



Il·luminació (lx)



- Què fa la llum a mesura que passen les hores? Quina és la tendència de la llum?
- Es pot observar alguna relació entre la tendència del so i el de la llum? Quina?
- En què s'assemblen i en què es diferencien els resultats obtinguts i els predits?

CONCLUSIONS: Per què crec que ha passat?

- Quines de les següents afirmacions es poden extreure de les dades recollides?
 - Que la contaminació acústica de la plaça del sol es deu a les persones que hi ha a les terrasses dels bars.
 - Que cal amonestar als propietaris dels bars de la plaça del sol per superar els nivells de soroll permesos
 - Que a la tarda, cap a les 16:30 el nivell de llum disminueix però el nivell de so es manté més o menys constant.
 - Que cal fer una legislació més severa per tal de controlar el nivell de soroll que fan els bars
 - Que el so es manté constant al voltant dels 62,6 dBC durant totes les hores que el sensor està mesurant.

Limitacions de l'estudi:

- Com consideres que són les conclusions que has extret: molt segures? poc segures? Raoneu les respostes.
- Hi ha alguna manera de comprovar-ho encara més? Quines recerques proposen fer a continuació? Raoneu les respostes.

MESUREM LA QUANTITAT DE PARTÍCULES CONTAMINANTS

L'experiment que hem estat analitzant fins ara, sobre la contaminació acústica, es va realitzar amb el conjunt de sensors SmartCitizen. En aquest projecte treballarem amb aquest mateix dispositiu dissenyant un experiment sobre els nivells de contaminació de l'aire a l'institut.



Sensor SmartCitizen: <https://iaac.net/research-projects/intelligent-cities/smart-citizen/>



3.3.1 Per familiaritzar-nos amb com funciona el sensor de partícules contaminants de l'aire us proposem que simuleu una font de contaminació a l'aula i feu diferents proves amb el sensor de partícules.

<p>Què vull saber?</p> <p>Si cremem un cacauet quins tipus de partícules contaminants (PM) s'alliberen i en quins nivells?</p>	<p>Què tinc?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cacauet • Filferro • Tap de suro • Sensor SmartCitizen • Encenedor
<p>Què faig?</p> <p>Deixarem el sensor en una posició fixe i cremarem un cacauet.</p> 	
<p>Què crec que passarà?</p>	<p>Per què crec que passarà?</p>

FEM L'EXPERIMENT

Què ha passat?

DISSENYEM LA NOSTRA RECERCA

Ha arribat el moment de que sigueu vosaltres els que dissenyeu i dugueu a terme una recerca sobre la contaminació atmosfèrica del vostre entorn.



3.4.1 Per ajudar-vos a pensar sobre possibles experiments que podeu fer amb el sensor Smart Citizen, us proposem que primer observeu com és el vostre entorn i en quins moments penseu que varien els nivells de contaminació atmosfèrica. Aquí teniu algunes preguntes que us poden ajudar:

OBSERVEM EL NOSTRE ENTORN

- Identifiqueu en un mapa on es troba el vostre institut.
- Quins llocs del voltant o de dins del propi institut preveus que estiguin més contaminats? Senyala'ls .
- Quins llocs del voltant o de dins del propi institut preveus que estiguin menys contaminats? Senyala'ls amb un altre color.
- Què et fa pensar que en aquests espais hi ha menys contaminació?
- Creus que la contaminació que hi ha al voltant del vostre institut canvia depenent del dia de la setmana? Què t'ho fa pensar?
- I al llarg del dia, creus que hi ha variacions? Què t'ho fa pensar?



3.4.2 Amb aquesta informació, dissenyeu i porteu a terme un experiment sobre la contaminació de l'aire del vostre entorn.

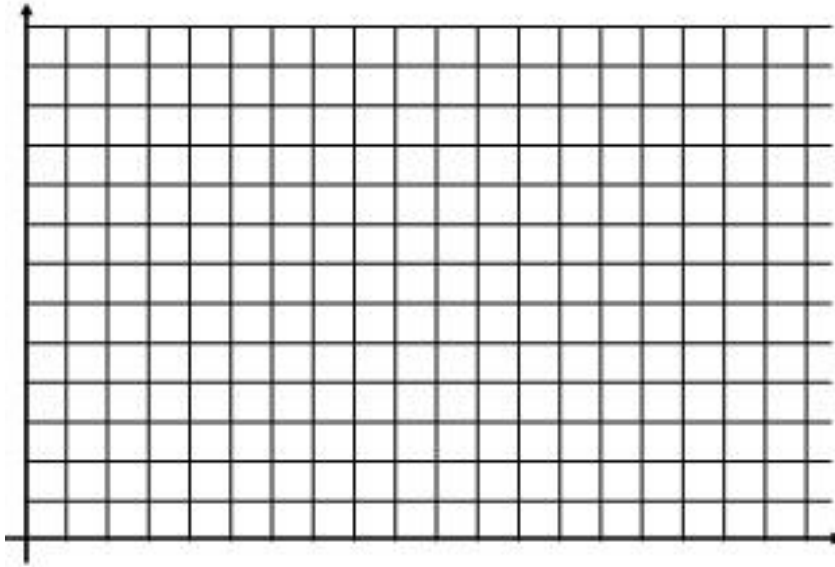
PREGUNTA: Què es vol saber?

MATERIAL: Què tinc?

METODOLOGIA: Què faig?

- **Variable Independent:** Quina variable es modifica/ s'observa de l'experiment per tal de comprovar si influeix en els resultats?
- **Variable Dependent:** Què es mesura com a resultat?
- **Variables Controlades:** Què tinc en compte no variar durant tota l'experiència?

PREDICCIÓ Què crec que passarà?



HIPÒTESIS: Per què crec que passarà?

FEM L'EXPERIMENT!

RESULTATS: Què ha passat?

CONCLUSIONS: Per què crec que ha passat?

LIMITACIONS DE L'ESTUDI: Què podria millorar?

PROJECTE

atenció

CIÈNCIA, CIUTADANIA, CONTAMINACIÓ, COGNICIÓ I COMUNITAT

Activitat final



Activitat final. Material de l'alumnat del Projecte ATENC!Ó. Creada per Caterina Solé, Digna Couso i Maria Isabel Hernández.

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

Citar com:

Solé, C., Couso, D. i Hernández, M. (2019). Activitat final. Material de l'alumnat del Projecte ATENC!Ó. A Solé C., Tena, E., Couso, D., Hernández M. (coord.), *Investigar sobre contaminació a l'aula de Secundària. Material de l'alumnat* (pp. 74-80). Bellaterra: Publicacions CRECIM.

Aquesta seqüència didàctica forma part del projecte "Ciència ciutadana per analitzar l'efecte de la contaminació en la funció cognitiva dels adolescents (ATENC!Ó)" finançat per RecerCaixa (2017 ACUP 00274) i desenvolupat pel CRECIM i ISGlobal amb el suport de l'Obra Social la Caixa i l'ACUP.



RESULTATS DE L'EXPERIMENT



4.1.1 Encara no tenim els resultats de l'experiment que heu realitzat, ja que hem d'esperar a tenir les dades de tots els instituts. Imagineu-vos, però, que l'equip de científics d'ISGlobal, gràcies a la vostra participació, troba que hi ha una relació entre la contaminació atmosfèrica i la vostra capacitat d'atenció. Escriviu una notícia que expliqui els resultats de la recerca.

**LA CONTAMINACIÓ ATMOSFÈRICA TÉ EFECTES
SOBRE LA CAPACITAT D'ATENCIÓ DELS JOVES**



4.1.2 Quin grau de confiança creus que tindran els resultats d'aquest experiment? Per què?



ACCIÓ FINAL



4.2.1 Com hem vist, la contaminació atmosfèrica és un problema per a la nostra salut. Ja sabem que provoca, per exemple, malalties respiratòries, però a més a més, gràcies a experiments com al que hem participat cada cop tenim més evidències d'altres efectes perjudicials de la contaminació.

A partir de la recerca que heu realitzat amb els sensors de partícules contaminants, dissenyeu i porteu a terme una campanya de comunicació o una acció per intentar conscienciar al vostre entorn sobre aquesta problemàtica.

PLUJA D'IDEES:

DISSENY DE L'ACCIÓ FINAL:

