



a t e n c i ó

CIÈNCIA, CIUTADANIA, CONTAMINACIÓ, COGNICIÓ I COMUNITAT



Investigar sobre la contaminació a l'aula de Secundària

Material docent





Investigar sobre contaminació a l'aula de Secundària. Material docent. 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 docent*. 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.



CONTINGUTS

Introducció a la seqüència didàctica	6
0. Activitat inicial	12
1. Una mirada a la contaminació des de la Química	20
2. Una mirada a la contaminació des de la Biologia	44
3. Aprenem a fer recerca	81
4. Activitat final	107

INTRODUCCIÓ

El material didàctic “Investigant sobre la contaminació a l’aula de Secundària” s’ha dissenyat en el marc 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).

Amb l’objectiu d’apoderar als nois i noies de 3r d’ESO sobre la problemàtica de la contaminació atmosfèrica, fent-los participar en activitats anàlogues a les de la ciència professional, es proposen diferents seqüències didàctiques per tractar el tema de la contaminació des de diferents perspectives. D’aquesta manera la seqüència didàctica del projecte gira al voltant de 3 grans mòduls, i una activitat inicial de contextualització i una activitat final.



ACTIVITAT INICIAL

En aquesta activitat inicial es presenta la problemàtica de la contaminació atmosfèrica i es reflexiona sobre l’experiment científic al que participaran.

La primera activitat correspon a la lectura i posterior discussió sobre la validesa dels resultats de l’experiment científic del que ha sorgit el Projecte ATENC!Ó. Posteriorment, mitjançant uns vídeos realitzats per l’equip científic es demanarà que pensin un possible experiment, s’explicarà la proposta d’ISGlobal i es reflexionarà sobre les limitacions d’aquests. Finalment, es proposa fer una llista de factors que poden afectar a l’atenció per participar en la construcció del qüestionari de recollida de dades de l’experiment científic.

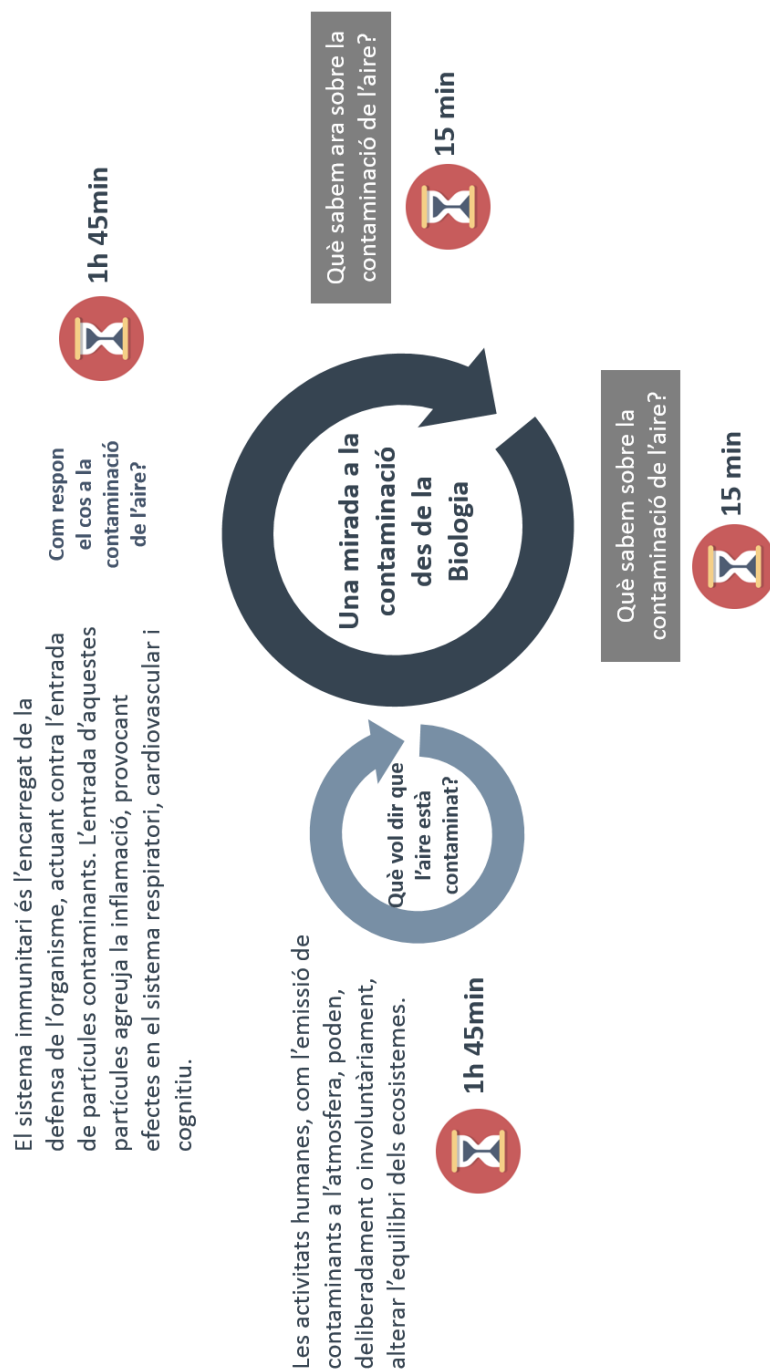
MÒDUL 1: UNA MIRADA A LA CONTAMINACIÓ ATMOSFÈRICA DES DE LA QUÍMICA

En aquest mòdul es treballa en profunditat com és l'aire que respirem i com són les partícules en suspensió de l'aire que considerem contaminant des de la perspectiva de la Química. També es farà una pinzellada sobre què considerem contaminant i quins efectes tenen sobre la salut de les persones, tot i que per treballar aquestes idees en profunditat cal implementar el Mòdul 2.



MÒDUL 2: UNA MIRADA A LA CONTAMINACIÓ ATMOSFÈRICA DES DE LA BIOLOGIA

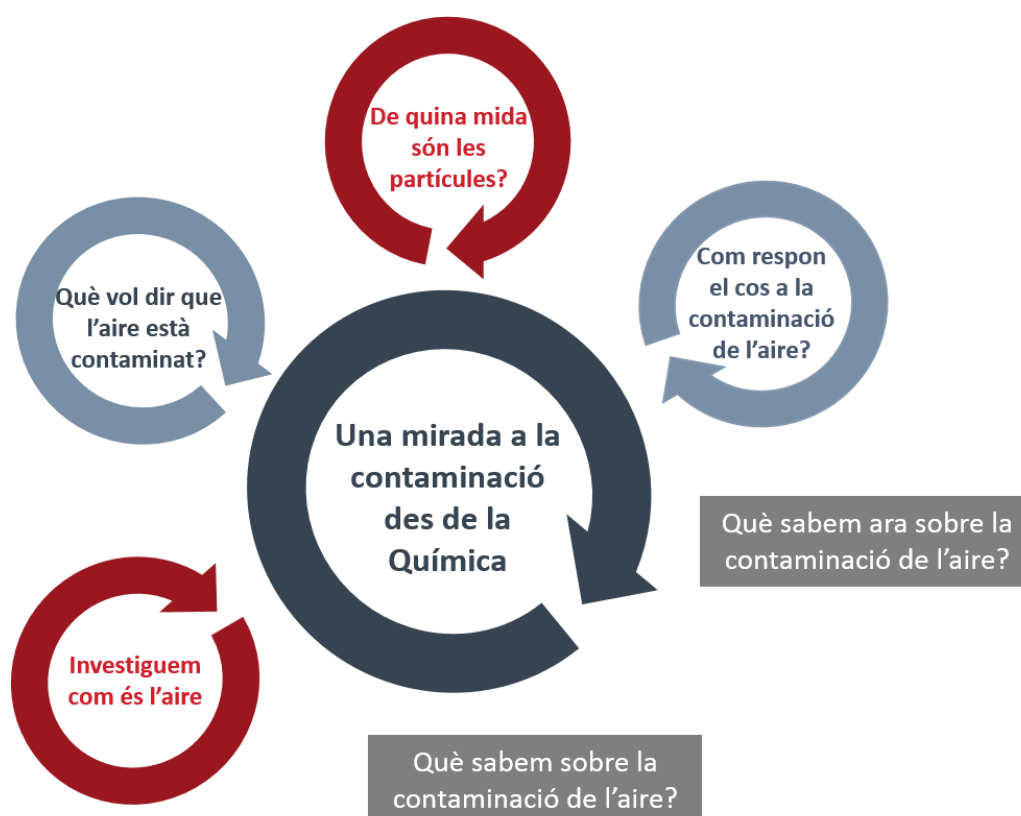
En aquest mòdul es treballa en profunditat què és la contaminació de l'aire i quins efectes té sobre la salut de les persones. També es farà una pinzellada sobre què és l'aire i com són les partícules contaminants, tot i que per treballar aquestes idees en profunditat cal implementar el Mòdul 1.



MÒDUL 1+2: UN PROJECTE DE CIÈNCIES

És possible implementar el Mòdul 1 i 2 conjuntament, alternant les seves activitats. A les guies docents es troben marcades les connexions entre els dos mòduls i l'ordre proposat per realitzar les activitats, començant per la primera activitat del M1: Una mirada a la contaminació des de la Química.

En tots dos mòduls les activitats inicials són les mateixes, de manera que si s'implementen tots dos no cal repetir-les.



MÒDUL 3: APRENEM A FER RECERCA

En aquest mòdul es treballarà com fer recerca a partir de l'anàlisi d'altres investigacions i s'involucrarà a l'alumnat en el disseny de la seva pròpia recerca sobre contaminació amb el kit de sensors Smart Citizen.

ACTIVITAT FINAL

L'objectiu d'aquesta activitat és reflexionar sobre l'experiment al que hem participat i la validesa dels resultats que s'obtingran i proposar una acció sobre l'entorn.

Hi ha una primera activitat on l'alumnat ha d'escriure una notícia sobre l'experiment i valorar el grau de confiança que donaran als resultats. La segona activitat consisteix en dissenyar una activitat final de conscienciació sobre la problemàtica de la contaminació de l'aire.

COM UTILITZAR LA GUIA DOCENT?

Per cada mòdul trobareu una secció inicial on es detallen les idees clau que es pretenen construir en aquell mòdul, la seva temporització aproximada, les competències treballades i la connexió amb el currículum del Departament d'Educació vigent. A més a més, també s'inclouen diferents idees prèvies que la literatura ha recollit que tenen els alumnes sobre els temes que estem tractant en aquesta seqüència didàctica. Al costat de les activitats també trobareu una proposta sobre la gestió d'aula per cadascuna d'elles.

RECURSOS

Per veure més recursos sobre contaminació atmosfèrica per poder portar a l'aula o per informar-vos, podeu consultar la web: <https://sites.google.com/view/projecteatencio/inici>

PROJECTE

a t e n c i ó

CIÈNCIA, CIUTADANIA, CONTAMINACIÓ, COGNICIÓ I COMUNITAT

Activitat inicial



Activitat inicial. Material docent 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 docent del Projecte ATENC!Ó. A Solé C., Tena, E., Couso, D., Hernández M. (coord.), *Investigar sobre contaminació a l'aula de Secundària. Material docent* (pp. 13-20). 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.



IDEES CLAU DEL BLOC

INTRODUCCIÓ

En aquest activitat inicial es presenta la problemàtica de la contaminació atmosfèrica i es reflexiona sobre l'experiment científic al que participaran.

La primera activitat correspon a la lectura i posterior discussió sobre la validesa dels resultats de l'experiment científic del que ha sorgit el Projecte ATENC!Ó. Posteriorment, mitjançant uns vídeos realitzats per l'equip científic es demanarà que pensin un possible experiment, s'explicarà la del qüestionari de recollida de dades de l'experiment científic. proposta d'ISGlobal i es reflexionarà sobre les limitacions d'aquests. Finalment, es proposa fer una llista de factors que poden afectar a l'atenció per participar en la construcció

ACTIVITATS QUE INCLOU I TEMPORITZACIÓ

La contaminació atmosfèrica → 20 min	2 h
En quin projecte participem → 40 min	
L'experiment real → 30 min	
Què afecta la nostra atenció? → 30 min	

LLEGENDA DE SÍMBOLS



Activitat Obligatoria per Projecte (s'han de fer arribar les respostes dels alumnes a aquestes activitats)

PROPOSTA DE GESTIÓ DE L'AULA PER CADA ACTIVITAT:



Activitat individual



Activitat en petit grup



Activitat grup-classe

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?

OBJECTIU DE L'ACTIVITAT

- En aquesta activitat es pretén saber quins són els factors que fan que l'alumnat atorgui validesa a una recerca científica.

OBSERVACIONS I COMENTARIS

- El projecte BREATHE descrit en aquesta notícia és el projecte anterior a l'ATENC!Ó realitzat per ISGlobal i diferents escoles de Barcelona. A partir dels resultats d'aquest projecte, i les seves limitacions, neix el projecte ATENC!Ó amb l'objectiu de buscar noves evidències sobre la relació entre la contaminació atmosfèrica i la capacitat d'atenció.

ENLLAÇOS D'INTERÉS

- Enllaç a la notícia: <https://www.elperiodico.cat/ca/ciencia/20160221/pollucio-produeix-retard-escolars-4911813>
- Si no disposeu d'internet podeu trobar la notícia descarregada a la pàgina de l'Activitat inicial del projecte: <https://sites.google.com/view/projecteatencio/professorat/activitat-inicial>

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?

En 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.

OBJECTIU DE L'ACTIVITAT

- En aquesta activitat es pretén saber què pensa l'alumnat sobre com ha de ser un experiment científic: control de variables físiques i socials, consideracions ètiques, limitacions pel finançament de la recerca, etc.

OBSERVACIONS I COMENTARIS

- Al final de l'activitat es pot fer una posada en comú dels diferents experiments dissenyats.

ENLLAÇOS D'INTERÉS

- VÍDEO 1: <https://sites.google.com/view/projecteatencio/professorat/activitat-inicial>

L'EXPERIMENT REAL



0.3.1 Ara que heu pensat com ho faríeu vosaltres, veurem 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 algunes limitacions a l'experiment dels científics d'ISGlobal també les podeu anotar.

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

OBJECTIU DE L'ACTIVITAT

- Aquesta activitat busca reflexionar sobre els dissenys proposats per l'alumnat i l'experiment d'ISGlobal, observant quines variables han tingut en compte en cada experiment.

OBSERVACIONS I COMENTARIS

- És important destacar que totes les recerques tenen limitacions.

ENLLAÇOS D'INTERÉS

- VÍDEO 2: <https://sites.google.com/view/projecteatencio/professorat/activitat-inicial>

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. Veurem què diuen els científics 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 que permetin valorar-los i siguin 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



0.4.3 Consensueu amb tota la classe el llistat final de 10 factors i preguntes que creieu que poden afectar a la vostra atenció.

FACTORS QUE PODEN AFECTAR L'ATENCIÓ	PREGUNTES AMB LES POSSIBLES OPCIONS

OBJECTIU DE L'ACTIVITAT

- Aquesta activitat forma part de la recerca científica. A partir de les llistes de 10 preguntes de tots els instituts, els científics d'ISGlobal elaboraran un qüestionari de 25 preguntes que serà el que realitzaran tots els alumnes el dia de l'experiment.

OBSERVACIONS I COMENTARIS

- Amb aquesta activitat els alumnes participaran activament en l'elaboració d'una eina de recollida de dades d'un experiment real.
- **La llista de 10 factors consensuada amb tot el grup cal enviar-la** a través del qüestionari: <https://goo.gl/forms/yBldoS7JS2GzwcJf1>
- Si implementeu el material amb més d'un grup/línia, podeu enviar al mateix qüestionari un document amb les diferents llistes dels 10 factors consensuats.

ENLLAÇOS D'INTERÉS

- VÍDEO 3: <https://sites.google.com/view/projecteatencio/professorat/activitat-inicial>

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 docent 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). Una mirada a la contaminació des de la Química. Material docent del Projecte ATENC!Ó. A Solé C., Tena, E., Couso, D., Hernández M. (coord.), *Investigar sobre contaminació a l'aula de Secundària. Material docent* (pp. 21-44). 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.



IDEES CLAU DEL BLOC

INTRODUCCIÓ

En aquest mòdul es treballarà en profunditat com és l'aire que respirem i com són les partícules en suspensió de l'aire que considerem contaminants. També es farà una pinzellada en què considerem que són els contaminants i quins efectes tenen sobre la salut, tot i que per treballar aquestes idees en profunditat cal implementar el Mòdul 2.

ESTRUCTURA I/O ACTIVITATS QUE INCLOU

ACTIVITATS:

Què sabem de la contaminació i els seus efectes sobre la salut? → 15 min

Com és l'aire? → 1h min

Com és la contaminació? → 1h

De quina mida són les partícules contaminants? → 1h 30min

Què en sabem i què en sabem? → 15 min

4h

IDEES CLAU

IDEA CLAU:

- La matèria pot ser una mescla de substàncies en diferents estats.

SUBIDEES CLAU:

- L'aire (net) és una mescla de gasos homogènia, en què l'oxigen s'hi troba en petita proporció.
- Poden haver-hi sòlids (o líquids) en suspensió en un gas a causa de la seva mida.

JUSTIFICACIÓ DEL BLOC

CONNEXIÓ AMB EL CURRÍCULUM:

COMPETÈNCIES:

- **Competència 1.** Identificar i caracteritzar els sistemes físics i químics des de la perspectiva dels models, per comunicar i predir el comportament dels fenòmens naturals.
- **Competència 4.** Identificar i resoldre problemes científics susceptibles de ser investigats en l'àmbit escolar, que impliquin el disseny, la realització i la comunicació d'investigacions experimentals
- **Competència 5.** Resoldre problemes de la vida quotidiana aplicant el raonament científic

CONTINGUTS CLAU:

La matèria a l'Univers (CC8)

- Substàncies simples, compostes i mescles. Exemples de la vida quotidiana i d'interès per les seves aplicacions.

IDEES DE L'ALUMNAT SOBRE AQUEST BLOC:

- Molts alumnes creuen que l'aire és una única substància: ells no pensen necessàriament que l'aire és una barreja de gasos. (Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. , 1994).
- Molts alumnes utilitzen oxigen en el context de la respiració com a sinònim d'aire ja que es difícil diferenciar entre materials invisibles que rarament es troben separats i que són gasos. (Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. , 1994).
- Els alumnes que pensen en oxigen com el que constitueix l'aire i que és necessari per cremar no necessàriament pensen que l'oxigen interacciona amb les substàncies. (Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. , 1994).
- Per l'escala més petita que una persona els participants més joves no tenen una referència clara, mentre que els més grans tendeixen a utilitzar una formiga o un gra d'arròs per marcar entre una escala petita i una molt petita, i una categoria addicional microscòpica. (Tretter et al., 2006)
- Els estudiants classifiquen millor les mides de diferents objectes quan es realitza de manera relativa, amb comparació amb altres objectes, que no quan es demana la mida de cada objecte per separat. (Tretter et al., 2006)

LLEGENDA DE SÍMBOLS



Activitat Obligatoria per Projecte (s'han de fer arribar les respostes dels alumnes a aquestes activitats)

GESTIÓ DE L'AULA PER CADA ACTIVITAT:



Activitat individual



Activitat en petit grup



Activitat grup-classe

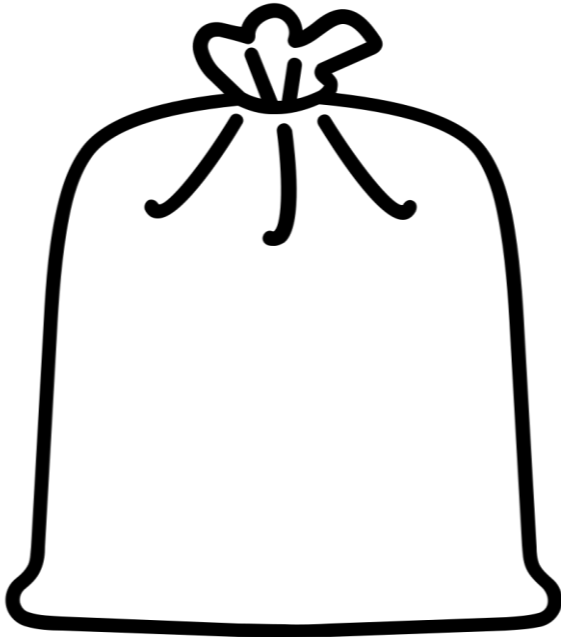


QUÈ SABEM DE LA CONTAMINACIÓ I ELS SEUS EFECTES SOBRE LA SALUT?



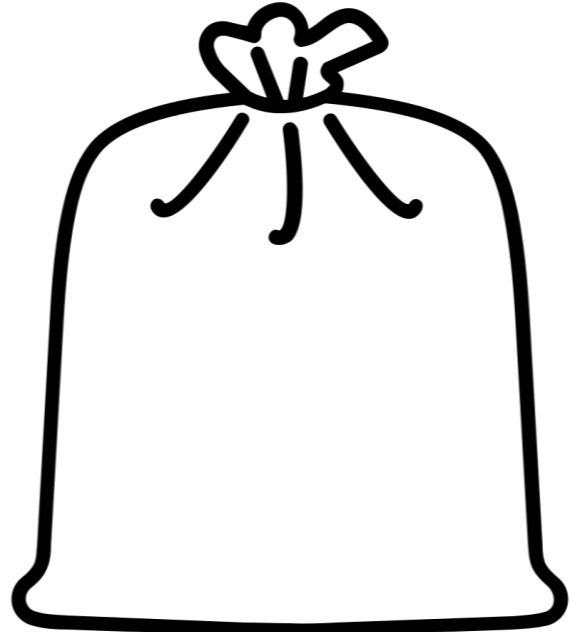
1.1.1 En aquestes bosses hem recollit aire net i aire contaminat. Dibuixa i descriu quines creus que son les diferències entre un aire i l'altre.

Aire net



Explicació del dibuix:

Aire contaminat

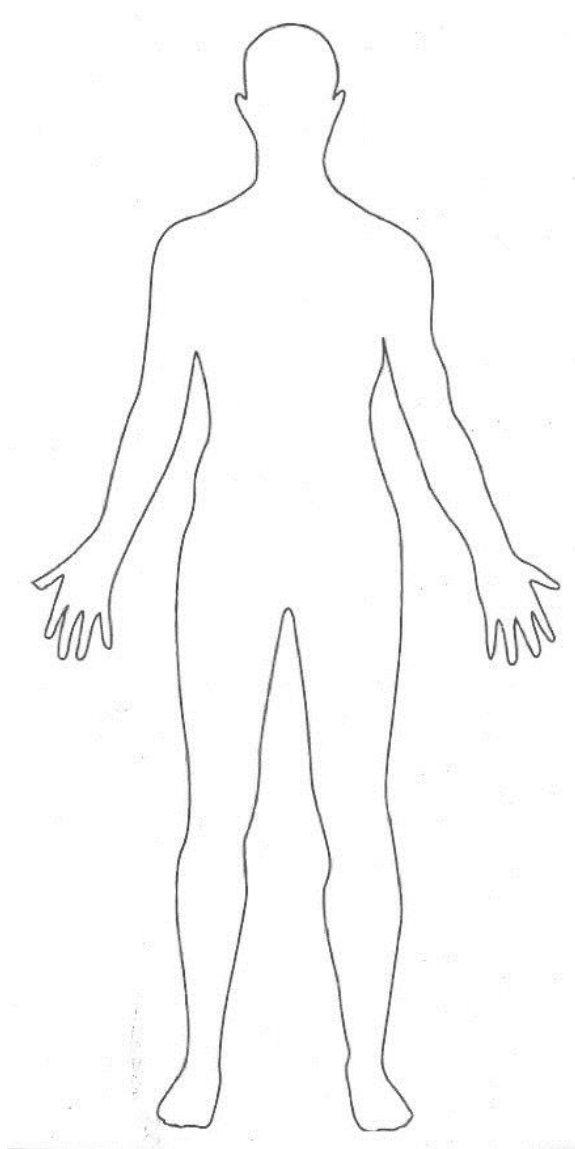


Explicació del dibuix:



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 La quantitat d'aire de classe no canviarà, ja que l'aula està tancada hermèticament.		

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: La composició de l'aire sí que variarà, disminuint l'oxigen i augmentant el diòxid de carboni a causa de la respiració. És important aquesta diferència entre quantitat i composició, i cal posar-hi èmfasi a la discussió. També és important destacar que hi ha altres gasos, a part de l'oxigen, que componen l'aire. Per tant, l'aire és una mescla de gasos, i alguns d'ells són l'oxigen, el diòxid de carboni i el nitrogen. L'alumnat tendeix a identificar aire i oxigen com la mateixa cosa, de manera que és important fer aquesta diferència, construint la idea que l'aire és una mescla de gasos i que l'oxigen es troba en una proporció petita.			

Canvia la qualitat de l'aire?

MÒDUL 1. Una mirada a la contaminació des de la Química

Mateix nivell de contaminació	Augmenta el nivell de contaminació	Disminueix el nivell de contaminació
Justifica la resposta La qualitat de l'aire no canviarà. Però és important discutir que nosaltres l'anirem respirant i que si passés molt temps, les partícules contaminants acabarien precipitant.		



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 canviarà la quantitat, composició i qualitat de l'aire.

IDEES CLAU DE L'ACTIVATAT
• L'aire ideal és una mescla de gasos homogènia, i l'oxigen s'hi troba en petita proporció.
OBSERVACIONS I COMENTARIS
- D'aquestes activitats allò més important és la discussió que es generi, més que omplir correctament les taules. Aquesta discussió ens pot servir per enllaçar amb altres idees clau, sobretot de canvi químic.

COM ÉS LA CONTAMINACIÓ?

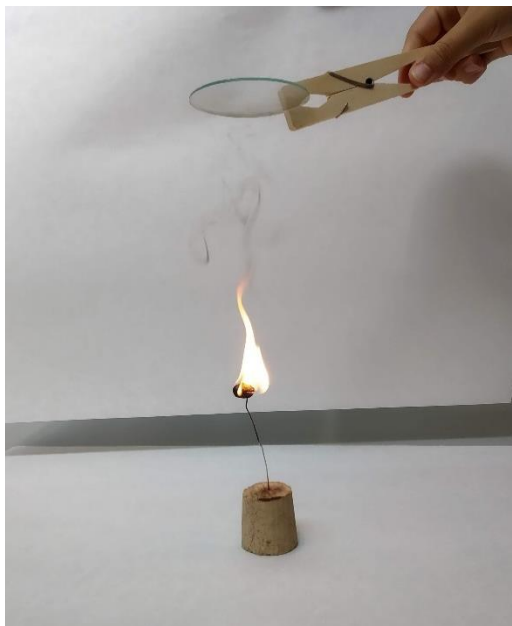


1.3.1 Hem vist que l'aire és una mescla de gasos, però, quan parlem de contaminació de l'aire ens referim a la presència d'altres gasos, són els mateixos en diferent composició o no són gasos?



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

Què vull saber? Si cremem un cacauet com és el fum que s'allibera?	Què tinc? • Vidre de rellotge • Pinça de fusta • Cacauet • Encenedor • Filferro • Tap de suro • Lupa o microscòpic Cremem un cacauet perquè fa molt fum i facilita l'experiment. Si no en teniu o no en podeu fer servir, podeu cremar paper o algun altre objecte.
Què faig? Per intentar veure de què està fet el fum farem un suport amb el tap de suro i el clip i hi clavarem el cacauet. Amb l'ajuda de la pinça, per no cremar-nos, agafarem el vidre de rellotge i el posarem a sobre del fum (no de la flama).	



Què crec que passarà?

En aquesta pregunta es demana que l'alumnat faci una predicció sobre què passarà quan duem a terme l'experiment. Què passarà amb el vidre de rellotge? Què veurem quan ho mirem amb la lupa?

Per què crec que passarà?

En aquesta pregunta es demana que explicitin en quina idea es basen per fer la seva predicció de l'experiment. Si el fum és un gas...? Si hi ha altres coses...?

FEM L'EXPERIMENT

Què ha passat?

Anotar què observem que ha passat. Què veiem a ull nu que li passa al vidre de rellotge? I quan mirem amb la lupa? En quin estat de la matèria es troba això que veiem?

Per què crec que ha passat?

Es demana que explicitin quina explicació donen al fenomen que observen.



1.3.3 Anem a veure què passa amb l'aire de les ciutats i com els científiques 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*



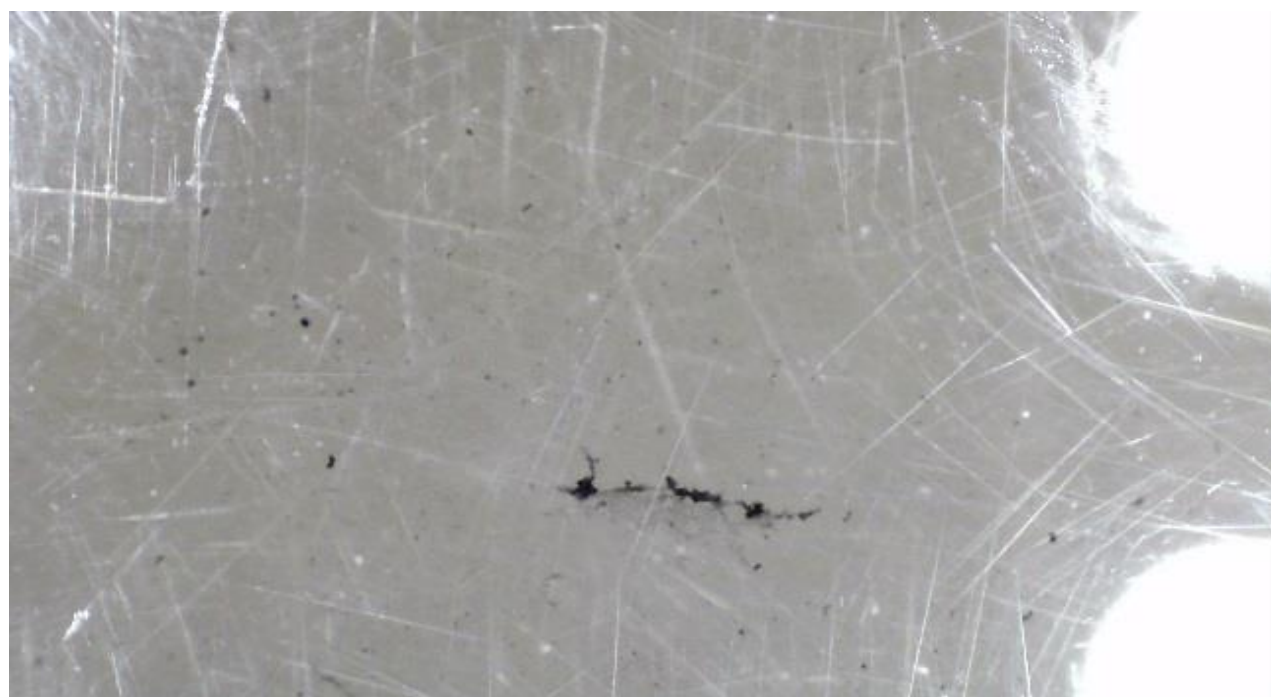
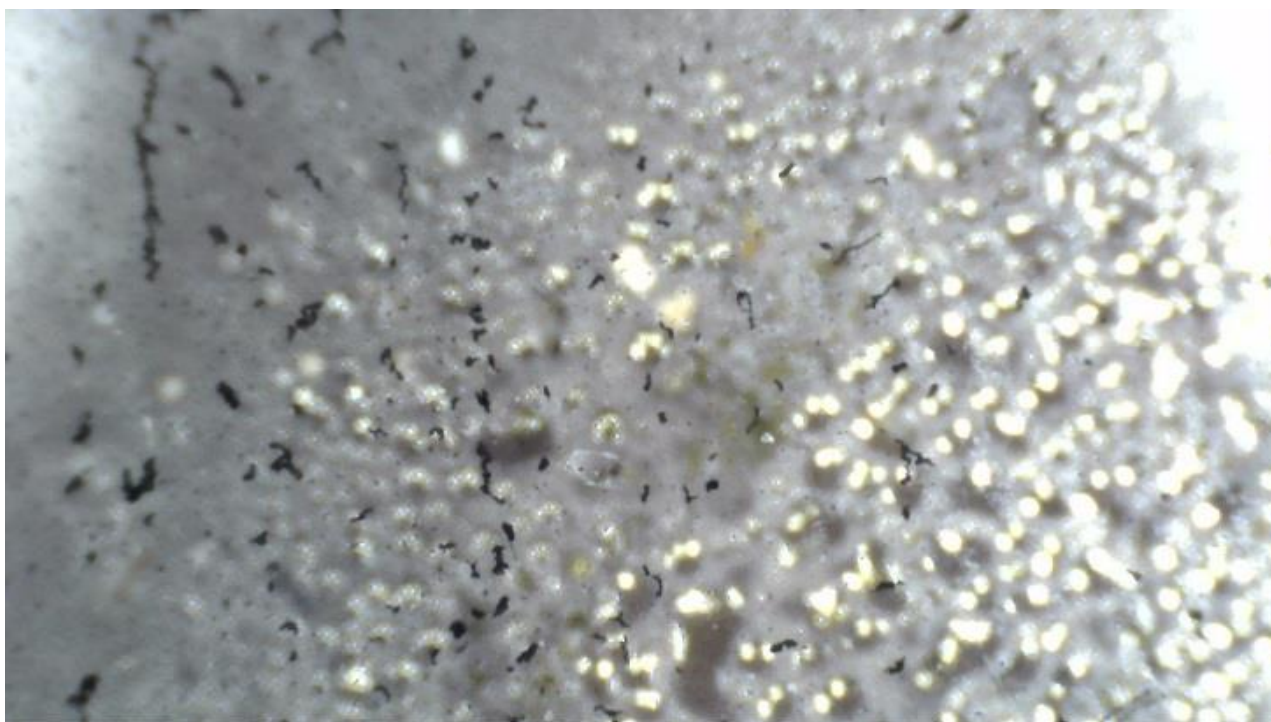
1.3.4 A partir del que hem vist i hem llegit, torneu a reflexionar i expliqueu com és l'aire contaminat.

Si es vol treballar la idea de contaminant en profunditat cal implementar l'activitat "Què vol dir que l'aire està contaminat?" del Mòdul 2.

IDEES CLAU DE L'ACTIVITAT	
Poden haver-hi sòlids o líquids en suspensió en un gas.	
QUÈ PODEN DIR ELS ALUMNES?	QUINES IDEES ENS HEM D'ASSEGURAR QUE SURTIN?
Poden identificar que quedarà algun residu al vidre però no identificar que són sòlids.	Quan es demana la seva predicció cal que explicitin de quina naturalesa creuen que són els residus que queden al vidre de l'experiment.
MATERIAL	
Per l'experiment: ✓ Cacaüet ✓ Pinça de fusta ✓ Tap de suro ✓ Vidre de rellotge ✓ Encenedor ✓ Clip ✓ Lupa Fragments del vídeo del QQC: vídeo 1 i 2.	
OBSERVACIONS I COMENTARIS	
Comentaris sobre l'experiment: - S'ha d'agafar el vidre amb la pinça ja que crema molt. - Cal vigilar amb les al·lèrgies i el foc. La combustió del cacaüet pot ser l'inici per treballar canvi químic en profunditat.	

MÒDUL 1. Una mirada a la contaminació des de la Química

Si mirem amb una lupa electrònica el vidre resultant podrem veure imatges semblants a aquesta:



Si no disposeu de lupes i us interessa aquesta experiència podeu demanar material en préstec al CESIRE:
<http://srvcnpbs.xtec.cat/cdec/index.php/presentacio/17>

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 $10\text{ }\mu\text{m}$ queden retingudes al nas o la gola (Figura 2). Les de menys de $10\text{ }\mu\text{m}$ (PM 10) ja són respirables, arriben al pulmons, però si són de més de $2.5\text{ }\mu\text{m}$ només poden arribar als bronquis o als bronquíols. Les partícules de menys de $2.5\text{ }\mu\text{m}$ (PM 2,5), anomenades fines, poden arribar fins als alvèols. Finalment, les partícules ultrafines, de menys de $0.1\text{ }\mu\text{m}$, 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 aigua, gra d'arròs, diàmetre cabell, àtom de carboni, gra de sorra fina, gra de sucre, partícules contaminants de $10\text{ }\mu\text{m}$ (PM 10), partícules contaminants de $2,5\text{ }\mu\text{m}$ (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



Major

Ho podem veure





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.

IDEES CLAU DE L'ACTIVITAT
• Poden haver-hi sòlids (o líquids) en suspensió en un gas a causa de la seva mida.
QUINES IDEES ENS HEM D'ASSEGURAR QUE SURTIN?
• És important parlar de la diferència entre les de partícules d'un gas o les partícules sòlides que hi trobem en suspensió. Les primeres són el model que tenim per explicar la matèria i les segones són trossos molt petits d'aquesta. • La discussió al voltant dels elements/objectes que podem veure i els que no ens sembla molt interessant, relacionat amb la idea comentada anteriorment.
MATERIAL
El simulador de l'escala es troba a: http://learn.genetics.utah.edu/content/cells/scale/ Si es vol, es poden imprimir les els objectes/elements de l'activitat 1.4.2 i 1.4.3. El vídeo per a l'últim debat el podeu trobar a: https://www.stem.org.uk/resources/elibrary/resource/28836/brownian-motion.
OBSERVACIONS I COMENTARIS
Si no es l'alumnat no té accés a ordinadors o tablets, es pot projectar la simulació de l'escala i fer-ho conjuntament amb tot el grup classe.



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>

Si es vol treballar els efectes de la contaminació en profunditat cal implementar l'activitat "Com respon el cos a la contaminació de l'aire?" del Mòdul 2.

OBSERVACIONS I COMENTARIS

Una alternativa a veure el vídeo és llegir la secció titulada "Quins efectes tenen sobre la nostre salut?" de l'article *Els efectes de la contaminació en les persones: què en sabem i de què busquem evidències* de Basagaña (2018).

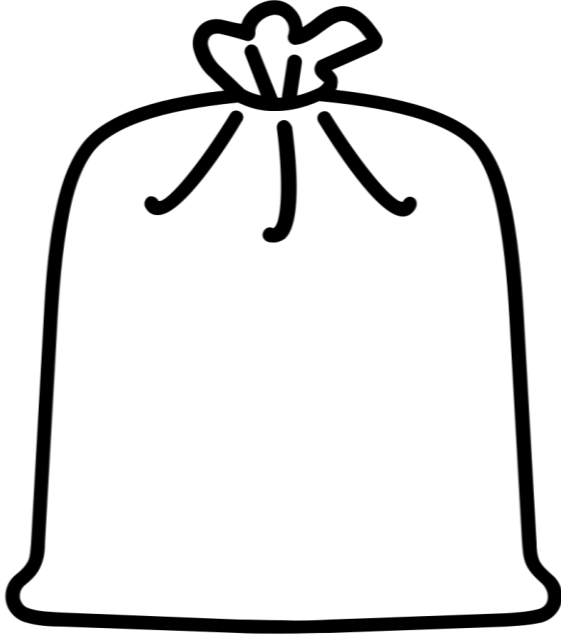
Si també s'implementa el Mòdul 2 no cal veure el vídeo de l'activitat 1.4.6.

QUÈ EN SABÍEM I QUÈ EN SABEM?

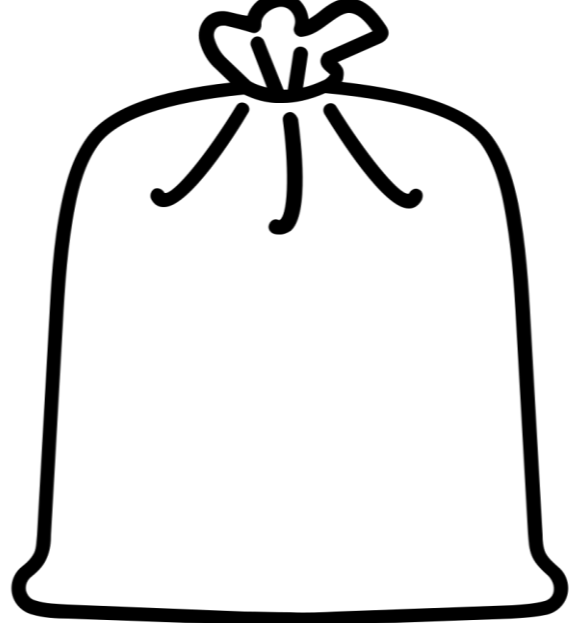
Torna a fer els mateixos dibuixos que vas fer al principi del projecte i explica com ha canviat.

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



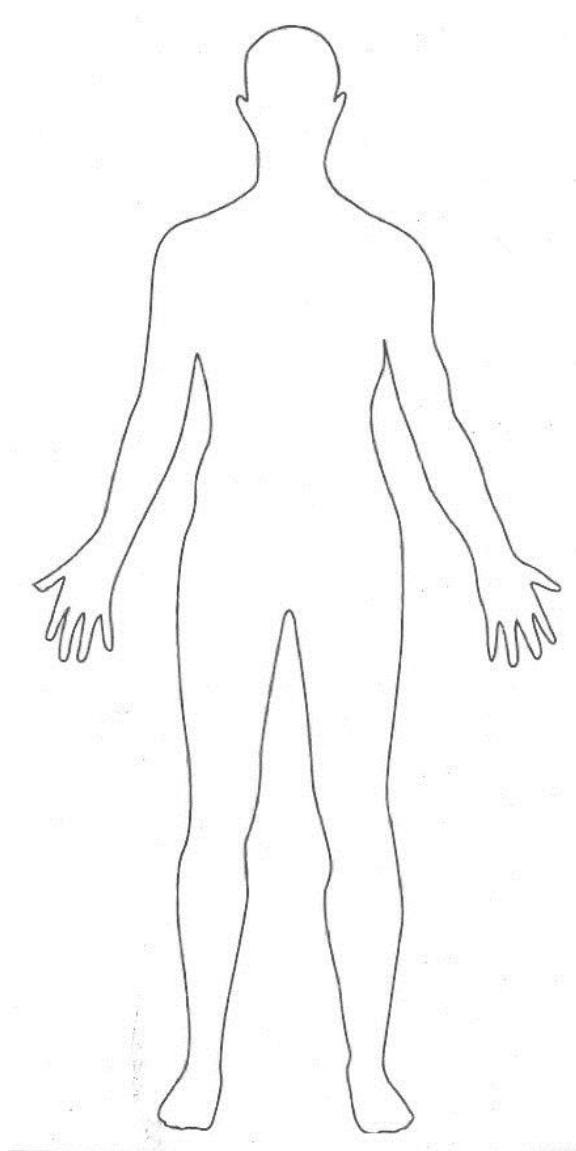
Aire contaminat



En què han canviat els vostres dibuixos?

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

a t e n c i ó

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 docent del Projecte ATENC!Ó.
Creatada 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 docent del Projecte ATENC!Ó. A Solé C., Tena, E., Couso, D., Hernández M. (coord.),
Investigar sobre contaminació a l'aula de Secundària. Material docent (pp. 45-81). 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.



IDEES CLAU DEL BLOC

INTRODUCCIÓ

En aquest mòdul es parteix de la idea que l'aire és una mescla de gasos que conté partícules en suspensió (vegeu Mòdul 1) per aprofundir en el concepte de contaminant i en concret de contaminació atmosfèrica.

En una segona part es treballa a partir de la idea que les partícules tenen mides diferents (Mòdul 1), com les partícules entren al cos i quins efectes produeixen en la salut, tot incidint en els diferents sistemes afectats.

ESTRUCTURA I/O ACTIVITATS QUE INCLOU

Què en sabem de la contaminació i els seus efectes en la salut? → 15 min

Què vol dir que l'aire està contaminat? → 45 min

Com respon el cos a la contaminació de l'aire? → 2h i 45min

Què en sabíem i què en sabem? → 15 min

El temps de realització de les activitats és orientatiu.

4h

IDEES CLAU

Les activitats humanes, com l'emissió de contaminants a l'atmosfera, poden, deliberadament o involuntàriament, alterar l'equilibri dels ecosistemes.

- Les fonts de contaminants provenen d'activitats humanes o de processos naturals. Sobre les primeres podem actuar, mentre que les segones es deuen a fenòmens propis de la dinàmica del planeta i, per tant, són incontrolables.
- La contaminació atmosfèrica fa referència a la presència en l'aire d'una o més substàncies en concentracions suficientment alta com per a implicar riscos, danys o molèsties greus als humans o altres éssers vius o als materials. Aquestes substàncies s'anomenen contaminants.
- Els principals contaminants de l'aire en territori català són els òxids de nitrogen, el diòxid de carboni¹, l'ozó troposfèric (contaminant secundari) i les partícules en suspensió.
- L'atmosfera pot contenir nivells perillosos de substàncies nocives per als éssers humans. Per tant, la bona salut de les persones requereix monitoritzar l'aire i prendre mesures per fer-lo segur.

¹ Cal dir que en el cas del diòxid de carboni aquest no té efectes nocius per a la salut en les concentracions que acostumem a respirar, però sí per al medi ambient ja que contribueix a l'escalfament global.

El sistema immunitari és l'encarregat de la defensa de l'organisme, actuant contra l'entrada de partícules contaminants. L'entrada d'aquestes partícules pot provocar o agreujar processos inflamatoris, provocant efectes en el sistema respiratori, cardiovascular i cognitiu.

- El efectes per la salut de la contaminació atmosfèrica depèn en part de la mida de les partícules ja que d'ella depèn la seva penetració en l'organisme. Com més gran sigui la penetració (partícules més petites) més perilloses són per a la salut.
 - Les PM 10 (diàmetre $\leq 10 \mu m$) queden retingudes a la mucosa del nas i la gola. Les partícules *fines* (PM 2.5) (diàmetre $\leq 2,5 \mu m$) poden penetrar fins als alvèols pulmonars. Les partícules *ultrafines* (PM 0.1) (diàmetre $\leq 0,1 \mu m$) travessen els pulmons i poden arribar a la circulació sanguínia.
- Les mucoses i els cilis del sistema respiratori eviten l'entrada d'algunes partícules. Les partícules que penetren a l'organisme provoquen inflamació comportant problemes per a la salut.
- La contaminació de l'aire afecta a la nostra salut provocant efectes en la salut respiratòria, en la cardiovascular i en la cognitiva. També pot provocar problemes pel fetus.

JUSTIFICACIÓ DEL BLOC

IDEES DE L'ALUMNAT SOBRE AQUEST BLOC

- Molts alumnes creuen que l'aire és una cosa "bona" perquè l'utilitzem per respirar i per viure i en canvi que el "gas" és una cosa "dolenta" i "perillosa". (Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. , 1994).
- La majoria d'estudiants pensen que l'aire està contaminat creient que hi ha una cosa "extra". Identifiquen que la cosa "extra" que hi ha a l'aire són gasos. (Thornber et al., 1999).
- Alguns estudiants plantegen la idea que en l'aire hi ha "gasolina", segurament degut al fet que la percepció del cotxe com una font contaminant és forta (Thornber et al., 1999).
- En alguns països (UK i Austràlia) s'ha trobat que els estudiants consideraven que el pol·len es trobava a l'aire net, no considerant-lo com un contaminant. En canvi, en d'altres com Hong Kong, els estudiants consideraven el pol·len com un contaminant (Skamp et al., 2004).
- Com que el pol·len prové de fonts "naturals" els estudiants ho consideren com una cosa natural i per tant no com un contaminant (Ali, 1991 citat a Skamp et al., 2004). En general consideren que les plantes no poden ser una causa de la contaminació de l'aire (Skamp et al., 2004).

- Els estudiants consideren que els gasos que hi ha en l'aire contaminat són: CFC, diòxid de carboni, metà i (gasos provinents) de la gasolina amb plom (Plunkett's, 1995 citat a Skamp et al., 2004).
- Molts estudiants consideren que alguns gasos no són components normals de l'aire no contaminat, segurament perquè els consideraven contaminants (Boyes et al., 2007). Per exemple, és difícil pels estudiants reconèixer l'ozó com un contaminant quan és vist com un gas natural i "desitjable" en la capa d'ozó. Segurament això és degut a la dificultat de reconèixer la diferència entre la seva localització a la troposfera o a l'estratosfera (Boyes et al., 2007). En aquest mateix sentit, el diòxid de carboni també confon als alumnes perquè es considera per una banda com el causant de l'efecte hivernacle (i per tant com un "contaminant") però a la vegada també com un producte natural de la respiració animal (Boyes et al., 2007).
- Els estudiants pensen que la contaminació de l'aire urbana és pitjor que la rural, i que la contaminació té un origen antropogènic, en comptes de considerar també les causes naturals (Skamp et al., 2004).
- Més de la meitat dels estudiants argumenten que la contaminació de l'aire provoca atacs d'asma, el propi asma i malalties pulmonars. En canvi, pocs reconeixen la connexió entre la contaminació i les malalties del cor o del cervell (Skamp et al., 2004).
- La majoria d'estudiants responen que la contaminació de l'aire té efectes en plantes i arbres, i la resposta majoritària és que les plantes moriran. (Thornber et al., 1999). La majoria considera que els animals podrien morir, tot i que en nombre menor que els que ho consideraven per les plantes. En alguns casos la mort es veu com un efecte secundari, per exemple, per la manca d'oxigen. (Thornber et al., 1999).

CONNEXIÓ AMB EL CURRÍCULUM

CONTINGUTS

Organització general del cos humà. Relació entre aparells i sistemes, òrgans, teixits i cèl·lules (CC9, CC10, CC28, CC29, CC30)

Les respostes del cos (CC10, CC28)

- La salut i la malaltia.
- El sistema immunitari com a efector en resposta a substàncies alienes al cos.
- Variables que condicionen el binomi salut-malaltia.

Ecosistemes i activitat humana (CC12, CC13, CC25, CC26, CC27)

- Impactes de l'activitat humana sobre l'atmosfera. Diferenciació entre contaminació i contaminant; impacte d'alguns contaminants.

- Anàlisi d'alguns problemes ambientals com: la generació de residus, la pluja àcida, la disminució de la capa d'ozó i l'augment del diòxid de carboni atmosfèric. Argumentació de mesures preventives i correctores i concreció de propostes d'actuació a l'entorn proper.

COMPETÈNCIES

Competència 1. Identificar i caracteritzar els sistemes físics i químics des de la perspectiva dels models, per comunicar i predir el comportament dels fenòmens naturals.

Competència 2. Identificar i caracteritzar els sistemes biològics i geològics des de la perspectiva dels models, per comunicar i predir el comportament dels fenòmens naturals.

Competència 11. Adoptar mesures amb criteris científics que evitin o minimitzin els impactes mediambientals derivats de la intervenció humana. (Competència 11)

Competència 12. Adoptar mesures de prevenció i hàbits saludables a nivell individual i social fonamentades en el coneixement de les estratègies de detecció i resposta del cos humà.

LLEGENDA DE SÍMBOLS



Activitat Obligatòria per Projecte (s'han de fer arribar les respostes dels alumnes a aquestes activitats)

GESTIÓ DE L'AULA PER CADA ACTIVITAT



Activitat individual



Activitat en petit grup



Activitat grup-classe



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



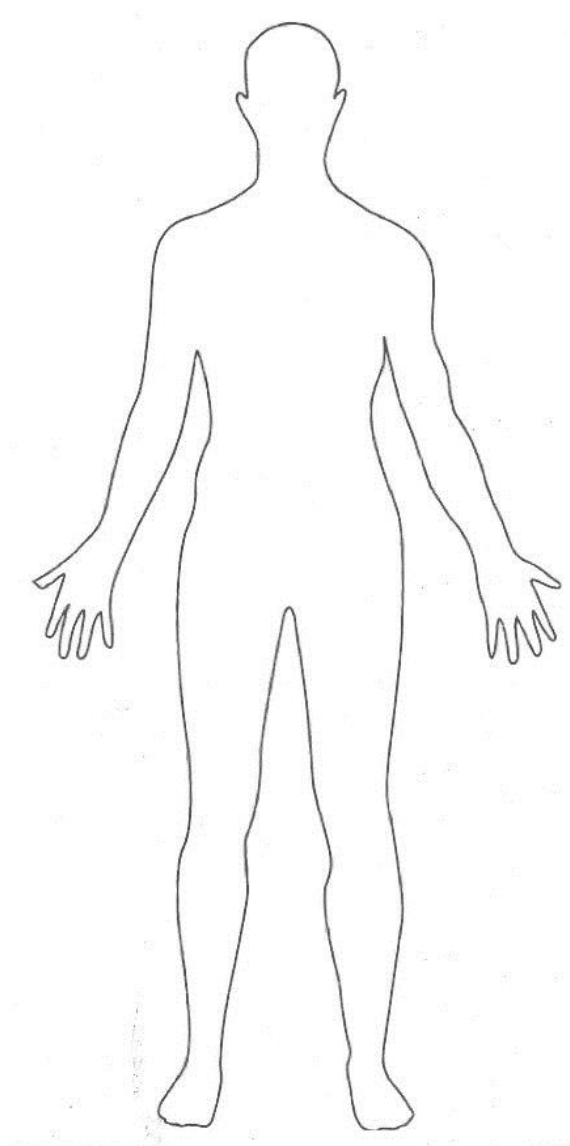
Aire contaminat





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?

Abans de començar hauríem de saber què....

L'aire una mescla de gasos que pot contenir partícules en suspensió.

Si es vol treballar com és l'aire i com és l'aire contaminat, cal implementar el bloc d'activitats 1.2 i 1.3 del Mòdul 1.



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.

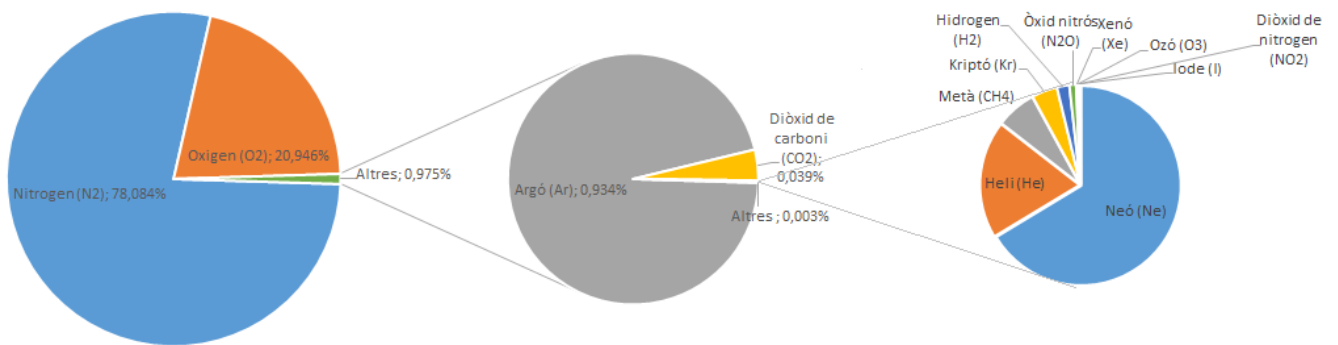
COMENTARIS PER L'ACTIVITAT

Aquesta activitat té un doble objectiu. D'una banda posar l'èmfasi en que hi ha fonts de contaminació naturals, i per tant, tot i que gran part de la contaminació es produïda per l'activitat humana també hi ha d'origen natural. D'altra banda, comença a aparèixer la necessitat de definir què és un contaminant.



2.2.3 L'aire net està compostat pels següents elements:

Composició de l'atmosfera seca



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

Serà contaminant quan hi hagi un augment de la seva concentració.

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

Els contaminants també poden ser compostos nous que no es trobin a la composició de l'aire net.

La Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació atmosfèrica monitoritza els nivells de O_3 , NO_2 i PM 10:
http://www.gencat.cat/mediamb/qaire/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 CO_2 tot i que el considerem contaminant?

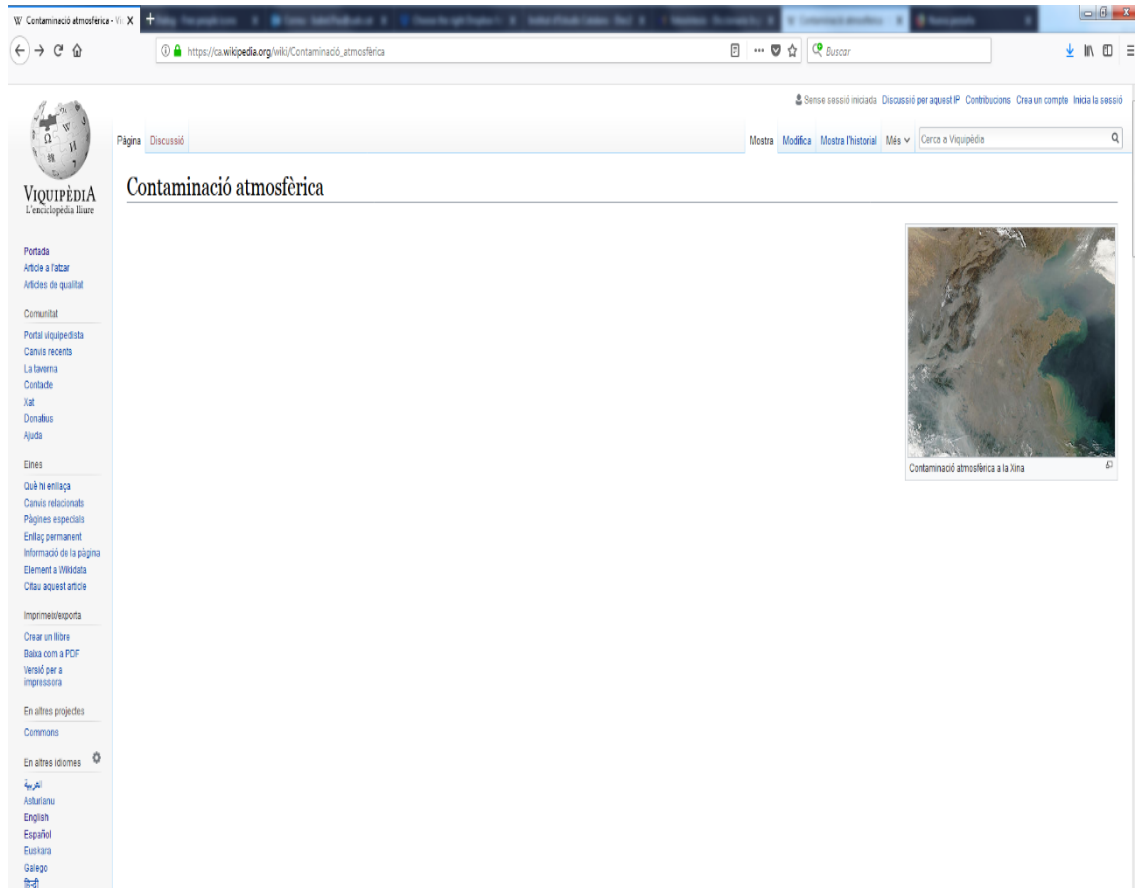
MÒDUL 2. Una mirada a la contaminació des de la Biologia



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.



IDEES CLAU DE L'ACTIVITAT

Les activitats humanes, com l'emissió de contaminants a l'atmosfera, poden, deliberadament o involuntàriament, alterar l'equilibri dels ecosistemes.

- Les fonts de contaminants provenen d'activitats humanes o de processos naturals.
- La contaminació atmosfèrica fa referència a la presència en l'aire d'una o més substàncies en concentracions suficientment alta com per a implicar riscos, danys o molèsties greus als humans o altres éssers vius o als materials. Aquestes substàncies s'anomenen contaminants.
- Els principals contaminants de l'aire en territori català són els òxids de nitrogen, el diòxid de carboni², l'ozó troposfèric (contaminant secundari) i les partícules en suspensió.

QUÈ PODEN DIR ELS ALUMNES?

- Anomenar els contaminants de manera molt vague, només fent referència a "fums" per exemple.
- Que totes les fonts de contaminació són antropogèniques
- Que els únics contaminants que hi ha l'aire són gasos
- La contaminació depèn només de la presència d'una substància i no de la seva concentració.
- Poden tenir una idea de què vol dir contaminació però sense relacionar-ho amb la idea de salut o només en relació als éssers humans.

QUINES IDEES ENS HEM D'ASSEGURAR QUE SURTIN?

Cal ajudar als alumnes a que siguin conscients de quins gasos i partícules es troben en l'aire contaminat.

Cal fer-los ser conscients que també hi ha fonts de contaminació naturals, i de la diferència d'actuacions que podem emprendre davant una font natural o antropogènica.

Cal fer sortir la idea que en l'aire contaminat també hi ha partícules en suspensió. Per treballar aquesta idea es pot fer l'activitat 1 del Mòdul 1.

Cal treballar la idea de concentració, de que la qualitat de l'aire es determina en funció de la concentració de determinats gasos i partícules sòlides i no només de la seva presència.

Cal treballar que la contaminació es defineix en funció del que és perjudicial pels humans o altres éssers vius o materials.

MATERIAL

- Dossier de l'alumnat
- Material per escriure.

OBSERVACIONS I COMENTARIS

Les activitats es podrien ampliar plantejant altres continguts com:

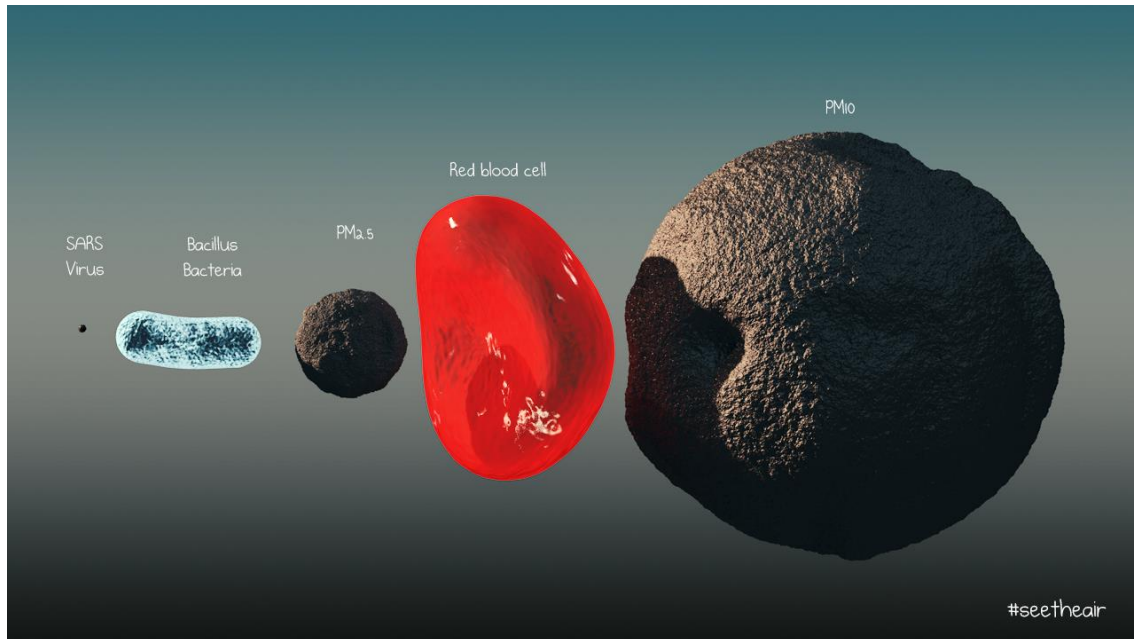
² Cal dir que en el cas del diòxid de carboni aquest no té efectes nocius per a la salut en les concentracions que acostumem a respirar, però sí per al medi ambient ja que contribueix a l'escalfament global.

La diferència entre contaminant primari i contaminant secundari fent notar als alumnes que cap font d'emissió emet directament ozó però en canvi després trobem que és un contaminant present a l'atmosfera. Presentaríem així doncs l'ozó com un exemple de contaminant secundari.

Pel que fa a l'ozó també es pot ampliar l'activitat parlant de la diferència entre l'ozó troposfèric i l'ozó estratosfèric, la coneguda com a capa d'ozó, i de quina manera ens afecta als humans en cada un dels casos. Finalment, també podríem debatre la consideració del pol·len com un contaminant o no tot parlant de les al·lèrgies.

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.

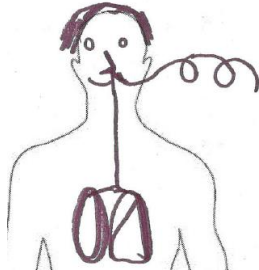


Imatge: https://seetheair.wordpress.com/2018/09/25/pathogens-air-pollutants/amp/?_twitter_impression=true

Si es vol treballar com són les partícules contaminants, cal implementar el bloc d'activitats 1.4 del Mòdul 1.



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:

 “Les partícules de contaminació es queden al nas”	 “Les partícules de contaminació arriben fins als pulmons i es queden allà”	 “Les partícules de contaminació arriben a als pulmons i d'allà passen al sistema circulatori repartint-se per tot el cos podent arribar en el cervell”
--	---	---

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.

COMENTARIS PER L'ACTIVITAT

Cada grup haurà de discutir un dels dibuixos, és a dir farà un grup “d'experts” en un dibuix. Després hauran de fer nous grups en els que s'ajuntin alumnes que han discutit els diferents dibuixos per tal d'argumentar perquè el professorat diu que els tres alumnes tenen raó.

Seria interessant només donar el material necessari a cadascun dels grups d'experts.

Per discutir el dibuix 1: Què creus que passa al nas que ajuda a evitar l'entrada de les partícules contaminants? Quina és la funció dels cilis i la mucosa del nas i la tràquea? A quin tipus de partícules impedeixen l'entrada? Quina mida tenen? Aquests mecanismes deixen passar altres partícules?	Per comprendre el mecanisme mira algun dels següents vídeos: https://www.youtube.com/watch?v=7vCch1u6yhc&t=79s https://www.youtube.com/watch?v=CHAZnLTcB14
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? Quina és la funció dels cilis? A quin tipus de partícules impedeixen l'entrada? Quina mida tenen? Aquests mecanismes deixen passar altres partícules?	Reportatge "Contaminació diesel: no és només VW" del programa Què Qui Com [minuts 16:44 – 18:10]: http://www.ccma.cat/tv3/alacarta/quequicom/contaminacio-diesel-no-es-nomes-vw/video/5581651/
Per discutir el dibuix 3: Com penseu que han pogut arribar aquestes partícules al cervell? Busqueu quines són les dues hipòtesis que tenen els científics sobre l'arribada d'aquestes partícules. Quina mida penseu que deuen tenir aquestes partícules?	Reportatge "Contaminació diesel: no és només VW" del programa Què Qui Com [minuts 22:40 – 24]: http://www.ccma.cat/tv3/alacarta/quequicom/contaminacio-diesel-no-es-nomes-vw/video/5581651/



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. Trebal·leu per grups d'experts alguns dels estudis científics³ 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:

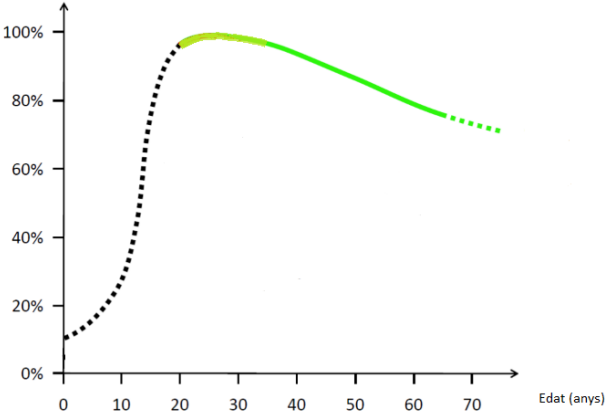
- Llegiu els apartats “Què volien saber?”, “Què tenien?” i “Què van fer?”
- Prediu els resultats completant l'apartat “Què crec que passarà?” i “Per què crec que passarà?”
- Compareu la vostra predicció amb els resultats analitzant l'apartat “Què ha passat?” i describiu-ne les diferències “Per què crec 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)

COMENTARIS PER L'ACTIVAT

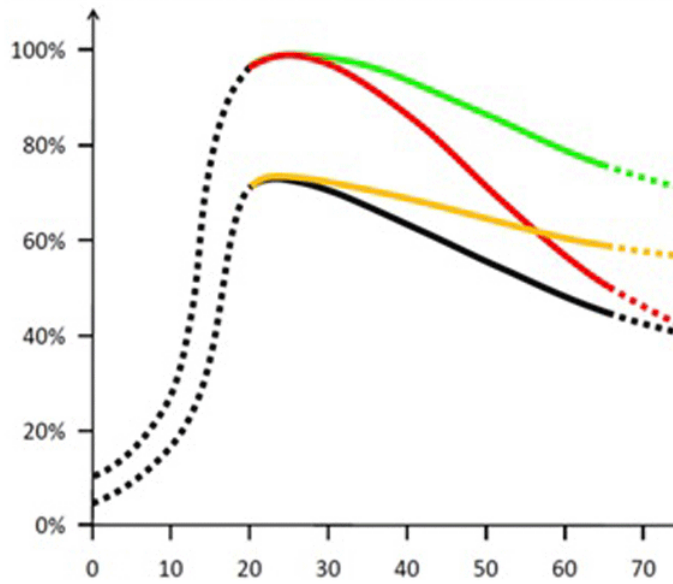
Aquesta activitat es proposa amb grups d'experts, de la mateixa manera que en activitats anteriors. Seria interessant només proporcionar als alumnes aquell cas que han de treballar.

³ 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

Què volien saber? <i>Volien saber com la contaminació afectava a la capacitat pulmonar</i>	Què tenien? <i>Un aparell per mesurar la capacitat pulmonar</i> <i>Les dades sobre les condicions on vivien la gent</i>
Què van fer? <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>	
Què crec que passarà?  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. Grup 2: Persones exposades a contaminació a l'edat adulta (línia vermella) Grup 3: Persones exposades a la contaminació en la infància (fins als 20 anys) però no després (línia groga) Grup 4: Persones exposades a la contaminació tant en la infància com en l'edat adulta (línia negra).	Per què crec que passarà? Explica els resultats que has predit.
REALITZACIÓ DE L'EXPERIMENT	

Què ha passat?



Per què crec que ha passat?

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

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

Conclusió

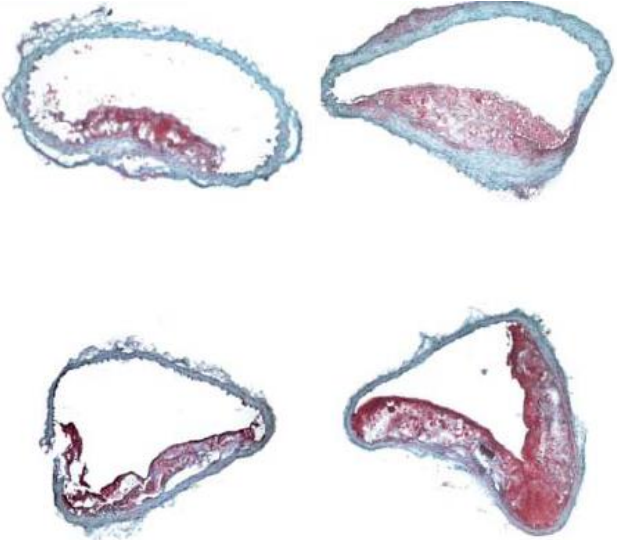
Efectes en la salut respiratòria

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

Què volien saber? <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>	Què tenien? <i>Un grup de ratolins (28) que podien sotmetre a diferents dietes i concentracions de partícules en suspensió.</i> <i>Capacitat de realitzar talls histològics de les artèries per tal de veure l'acumulació de placa.</i>
Què van fer? <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>	
Què crec que passarà? Indica per a cada un d'aquests talls histològics a quines condicions creus que corresponen. Recorda que les variables són: Dieta (Rica en greixos o normal) i ambient (exposat a PM2,5 o aire filtrat). 	Per què crec que passarà? Explica els resultats que has predit.
REALITZACIÓ DE L'EXPERIMENT	

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

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.

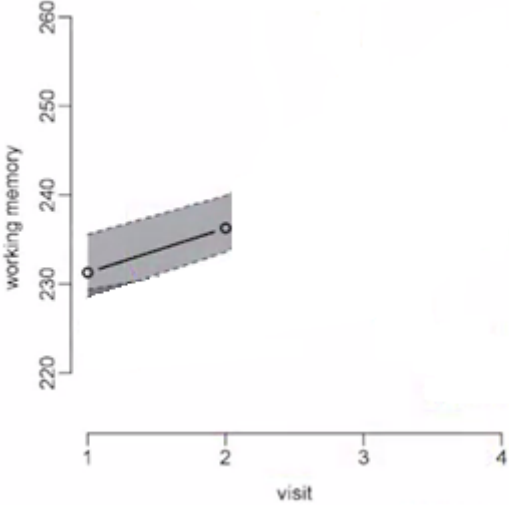
Efectes en la salut cardiovascular

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.

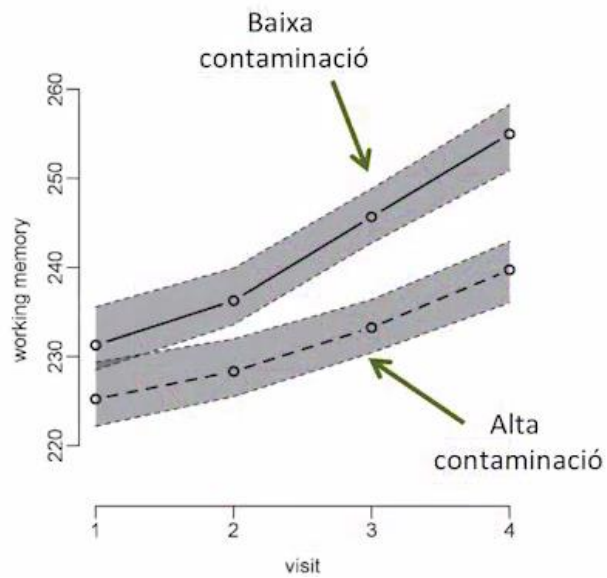
No obstant, també hi ha evidències que l'exposició crònica a contaminació contribueix al desenvolupament de l'aterosclerosi i a la gènesi de la hipertensió crònica. L'aterosclerosi, el procés d'enduriment de les artèries i la formació de plaques a les artèries, és el principal mecanisme que porta a patir 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

Què volien saber? <i>Volien conèixer la relació entre les partícules contaminants provinents del trànsit i el desenvolupament cognitiu dels alumnes de primària.</i>	Què tenien? - Test de memòria de treball i d'atenció - Sensors per mesurar la contaminació
Què van fer? <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>	
Què crec que passarà?  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. Ara dibuixa una altra línia que representi els resultats que penses que trobaran en escoles amb molta contaminació.	Per què crec que passarà? Explica els resultats que has predit.
REALITZACIÓ DE L'EXPERIMENT	

Què ha passat?



Describeu la gràfica i expliqueu en què es diferencia amb el que havíeu 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 tests 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	

IDEES CLAU DE L'ACTIVITAT

El sistema immunitari és l'encarregat de la defensa de l'organisme, actuant contra l'entrada de partícules contaminants. L'entrada d'aquestes partícules agreuja la inflamació, provocant efectes en el sistema respiratori, cardiovascular i cognitiu.

- El efectes per la salut de la contaminació atmosfèrica depèn en part de la mida de les partícules ja que d'ella depèn la seva penetració en l'organisme. Com més gran sigui la penetració (partícules més petites) més perilloses són per a la salut.
 - Les PM 10 (diàmetre $\leq 10 \mu m$) queden retingudes a la mucosa del nas i la gola. Les partícules *fines* (PM 2.5) (diàmetre $\leq 2,5 \mu m$) poden penetrar fins als alvèols pulmonars. Les partícules *ultrafines* (PM 0.1) (diàmetre $\leq 0,1 \mu m$) travessen els pulmons i poden arribar a la circulació sanguínia.
- Les mucoses i els cilis del sistema respiratori eviten l'entrada d'algunes partícules. Les partícules que penetren a l'organisme provoquen inflamació comportant problemes per a la salut.
- La contaminació de l'aire afecta a la nostra salut provocant efectes en la salut respiratòria, en la cardiovascular i en la cognitiva. També pot provocar problemes pel fetus.

QUÈ PODEN DIR ELS ALUMNES?

Sovint els alumnes pensen que les partícules de contaminació es queden als pulmons i no reconeixen el paper de la mida de les partícules en la penetració en l'organisme.

Sovint els alumnes només coneixen els efectes de la contaminació sobre el sistema respiratori i no sobre el cardiovascular i el cognitiu.

QUINES IDEES ENS HEM D'ASSEGURAR QUE SURTIN?

Cal que entenguin que la mida de les partícules influeix en la penetració del cos.

Cal fer entendre als alumnes que la contaminació no només afecta al sistema respiratori sinó que també pot afectar altres sistemes. Cal reforçar la idea de com entren les partícules del cos i la idea que el cos actua com un sistema.

MATERIAL

Dossier de l'alumnat
Accés a internet i possibilitat de visualitzar vídeos

OBSERVACIONS I COMENTARIS

Cal dir que pel que fa a les idees clau en relació al sistema immunitari només s'ha treballat la idea d'unes defenses estructurals i que l'entrada de contaminació provoca inflamació. Però si es volgués ampliar es podria plantejar la pregunta "Seria possible fer una vacuna contra la contaminació" i a partir d'aquí parlar de les defenses específiques del sistema immunitari, de les vacunes etc...

Pel que fa a l'última activitat es pot donar més o menys pauta als alumnes, donant les diferents caselles ja omplertes o fent que ells les hagin de pensar. En el cas de l'article sobre efectes cognitius es podria plantejar que els alumnes treballassin a partir de l'article original o d'un fragment d'aquest.

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

Finalment també es podrien treballar temes de naturalesa de la ciència, com és el fet que la ciència està en construcció, si debatem amb els alumnes de quins efectes de la contaminació existeixen més evidències. Es podria plantejar també un debat ètic en relació a l'experimentació amb animals vius.

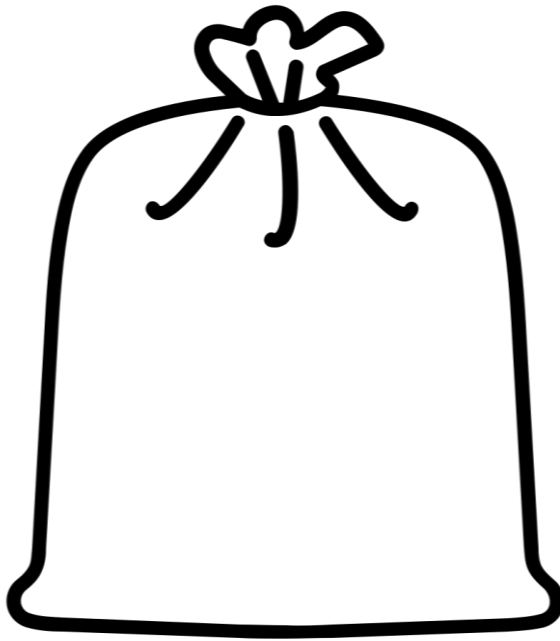


QUÈ EN SABÍEM I QUÈ EN SABEM?

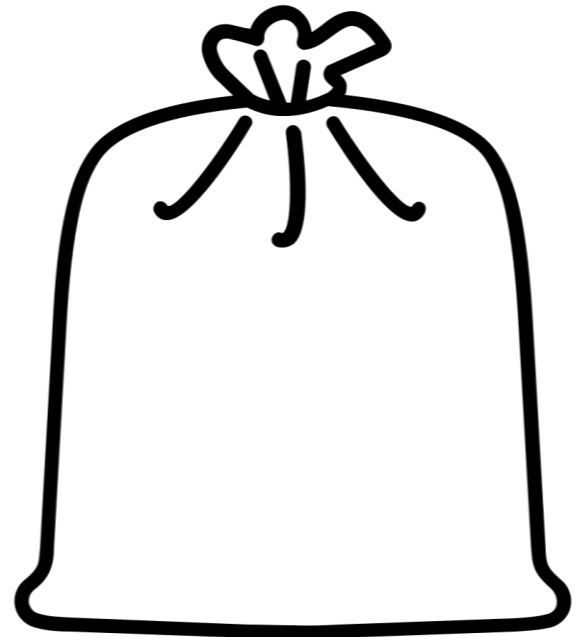


2.5.1 En aquestes bosses hem recollit aire net i aire contaminat. Si poguéssim veure l'aire, dibuixa i descriu com creus que seria en cada cas i quines creus que serien les diferències entre un aire i l'altre.

Aire net



Aire contaminat



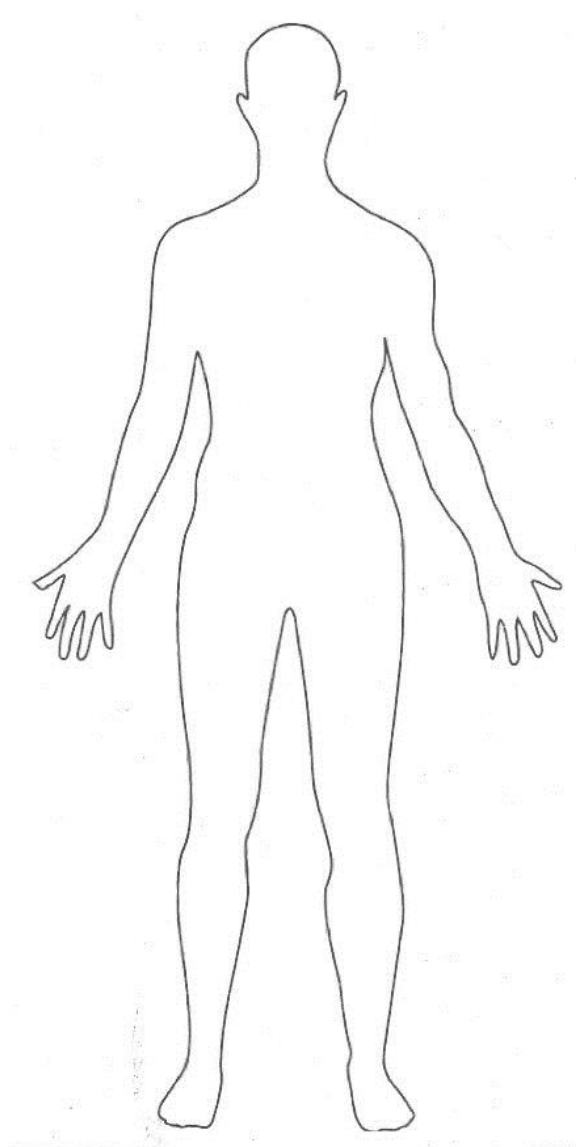
En què han canviat els dibuixos que has fet avui en relació al que vas fer abans de realitzar les activitats sobre contaminació? Explica-ho.



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?

ANNEXOS

Element	Característiques	Font	Efectes sobre la salut
Diòxid de nitrogen (NO₂)	És un gas irritant que té una olor picant i acre i és de color marró vermellós.	Procedeix de la combustió (calefaccions, vehicles i vaixells). Es calcula que fins a un 60% pot provenir del trànsit.	Provoca asma i bronquitis, sobretot en nens, i pot reduir les funcions pulmonars.
Partícules fines en suspensió (PM)	Són partícules petites que floten en l'aire i penetren als bronquis i als pulmons quan es respira. Les més fines poden entrar i fixar-se als vasos sanguinis. Distingim entre les de menys de 10 micres (PM ₁₀) i les de menys de 2,5 micres (PM _{2,5}).	Fins a un 40% d'aquestes partícules és generat pels motors, els pneumàtics contra l'asfalt i els frens dels vehicles. La resta procedeix de la pols de les obres i, eventualment, dels núvols de pols sahariana. Són molt presents quan hi ha temperatures baixes i el vent no bufa.	Provoquen moltes al·lèrgies nasals i oculars. L'exposició continuada és un factor de risc de malalties cardiovasculars, així com de càncer de pulmó. S'estan estudiant els seus efectes sobre la salut cognitiva.
Ozó troposfèric o ambiental (O₃)	És un gas oxidant incolor. No s'ha de confondre amb l'ozó de les capes altes de l'atmosfera, que ens protegeix de les radiacions UV del sol.	L'ozó és un contaminant secundari, és a dir, no emès directament a l'atmosfera per una font, sinó format a partir de reaccions fotoquímiques (activades per la llum solar) entre contaminants primaris. Concretament, es forma ozó quan coexisteixen els òxids de nitrogen (NO _x), els compostos orgànics volàtils (COV) i una radiació solar intensa al llarg d'un període de temps prou llarg (un mínim de diverses hores)	Provoca asma i al·lèrgies als ulls i pot empitjorar les malalties respiratòries i del cor.
Composts orgànics volàtils (COV)	Són molècules a base de carboni molt volàtils ¹ gràcies a la seva capacitat de transformar-se en gasos. Això fa que puguin viatjar lluny del lloc d'emissió.	Provenen dels vehicles, de la indústria i de l'ús de dissolvents.	Provoquen irritacions i disminució de la capacitat pulmonar. Alguns COV estan classificats com a cancerígens.

Monòxid de carboni (CO)	És un gas incolor, inodor i insípid i, per tant, és indetectable sense aparells de mesura	Prové dels escapaments dels vehicles i, en menor quantia, de les calefaccions.	En concentracions altes provoca intoxicacions, mals de cap, nàusees i vòmits. És molt perillós en interiors, atès que en exposicions llargues pot ser mortal.
Diòxid de sofre (SO₂)	És un gas incolor que fa olor com de llumí cremat. Combinat amb aigua i oxigen forma les pluges àcides.	Prové sobretot de les centrals tèrmiques i altres activitats industrials	Irrita la pell i les vies respiratòries i, a la llarga, pot crear malalties pulmonars greus.

¹ Volàtil: Que s'evapora fàcilment .

Adaptat de : <https://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/ca/els-elements-contaminants> i http://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat_de_laire/avaluacio/campanya_ozo/que_es_lozo_troposferic/ [Última consulta: Juliol 2018]

ALTRES CONTINGUTS QUE ES PODEN TREBALLAR

- Un contaminant és una substància estranya que es troba en un sistema en excés sobre la seva concentració natural d'equilibri. Per extensió un contaminant atmosfèric és una substància present a l'atmosfera aliena als seus constituents normals.
- Entre els contaminants atmosfèrics podem diferenciar entre un contaminant primari que és aquell que s'allibera directament a l'atmosfera i un contaminant secundari que és el que es forma per la interacció química entre els contaminants primaris i els components naturals de l'atmosfera (nitrogen, oxigen, etc.).
- L'OMS defineix la salut com l'estat de complet benestar físic, mental i social, i no sols l'absència d'afeccions o malalties .
- Les fonts de contaminants provenen d'activitats humanes o de processos naturals. Sobre les primeres podem actuar, mentre que les segones es deuen a fenòmens propis de la dinàmica del planeta i, per tant, són incontrolables.
 - Les fonts antropogèniques es troben sobretot en combustions, tant en processos industrials i energètics com en activitats domèstiques o de transport, tot i que també poden tenir altres orígens, com ara les grans obres i les activitats extractives. A l'àrea metropolitana de Barcelona la principal font de contaminació és el transport motoritzat (combustió i desgast de rodes i frens) .
- El sistema immunitari és l'encarregat de protegir l'organisme contra organismes microscòpics i substàncies alienes que entren des de fora del cos i contra algunes cèl·lules cancerígenes que es troben a dins del cos. Aquest sistema consta de:
 - Defenses externes que poden ser estructurals (pells i mucoses), mecàniques, bioquímiques o ecològiques.
 - Defenses inespecífiques que actuen de manera indiscriminada contra qualsevol antigen
 - Defenses específiques que actuen específicament contra un tipus concret d'antigen i poden generar memòria immunitària.
- La contaminació de l'aire provoca respostes en el cos agreujant l'estrès oxidatiu i les respostes inflammatòries.

PROJECTE

atenció

CIÈNCIA, CIUTADANIA, CONTAMINACIÓ, COGNICIÓ I COMUNITAT

Mòdul 3. Aprenem a fer recerca



Aprenem a fer recerca. Material docent 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 docent del Projecte ATENC!Ó. A Solé C., Tena, E., Couso, D., Hernández M. (coord.), *Investigar sobre contaminació a l'aula de Secundària. Material docent* (pp. 82-107). 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.



IDEES CLAU DEL BLOC

INTRODUCCIÓ

En aquest mòdul es pretén ajudar a l'alumnat en el procés de plantejar petites investigacions relacionades amb alguna temàtica escolar. Per fer-ho es planteja una aproximació progressiva a les fases d'una recerca científica.

ESTRUCTURA I/O ACTIVITATS QUE INCLOU

ACTIVITATS:

Aprenem a dissenyar experiments → 1h

Analitzem resultats i traiem conclusions → 1h

Mesurem la quantitat de partícules contaminants → 1h

Fem la nostra recerca → 2h*

5h

* La temporització d'aquest mòdul dependrà dels experiments que vulgueu dur a terme.

IDEES CLAU

- Per poder investigar és necessari saber què volem investigar: quina pregunta volem respondre.
- Per poder investigar cal planificar com serà l'experiència que ens permeti obtenir dades per contestar a la pregunta que volem respondre. Quines variables modificarem, quines hem de controlar...
- Per comprovar si les nostres idees, prediccions i hipòtesis són certes cal buscar evidències que ens ajudin a demostrar-les o refutar-les. La manera de buscar aquestes evidències és involucrant-se en un procés de recerca o indagació.
- Els diferents instruments de mesura (termòmetres, sensors, etc.) ens poden donar més dades sobre els fenòmens que no pas l'observació només.
- Els científics no accepten un resultat com a correcte fins que no ha estat repetit moltes vegades.
- En una recerca cal identificar quins són els problemes, limitacions o biaixos de l'experiència per a interpretar els resultats i per a que en properes ocasions o en la repetició de l'experiència es tinguin en compte.

JUSTIFICACIÓ DEL BLOC

CONNEXIÓ AMB EL CURRÍCULUM

Dimensió indagació de fenòmens naturals i de la vida quotidiana.

Competència 4. Identificar i resoldre problemes científics susceptibles de ser investigats en l'àmbit escolar, que impliquin el disseny, la realització i la comunicació d'investigacions científiques.

Investigació i experimentació -comú per a tots els blocs de ciències naturals- (CC15).

- Fases d'una investigació. Disseny d'un procediment experimental
- Plantejament de preguntes i identificació dels models científics teòrics que poden ser més útils per respondre-les
- Disseny d'investigacions per validar hipòtesis que comportin controlar variables
- Argumentació de les conclusions
- Projectes d'investigació en grup.

IDEES DE L'ALUMNAT SOBRE AQUEST BLOC

- Molts dels alumnes de primària i secundària no entenen l'experimentació com un mètode per testejar idees sinó més aviat com un mètode per provar coses o predir un resultat ja conegut prèviament. ([Carey et al., 1989](#); [Schauble et al., 1991](#); [Solomon, 1992](#))
- Infants, joves i adults sovint presenten dificultats per distingir entre teories i evidències o entre descripcions de les evidències i interpretacions de les evidències. ([Allen, Statkiewicz, & Donovan, 1983](#); [Kuhn 1991, 1992](#); [Roseberry, Warren, & Conant, 1992](#))
- Molts alumnes tenen dificultats per interpretar les proves i les dades obtingudes d'una recerca o que es mostren en un gràfic. Tendeixen, en molts casos a fer una inferència causal basada en una única experiència. ([Kuhn, Amsel, & O'Loughlin, 1988](#))
- Els estudiants tendeixen a buscar o acceptar evidències consistents amb les seves creences o idees prèvies i a no distorsionar o no generar evidències inconsistents amb les seves creences. ([Schauble, 1990](#))
- Els alumnes tenen dificultats per diferenciar les variables sense efecte i les variables amb efecte oposat. ([Kuhn, Amsel, & O'Loughlin, 1988](#))

LLEGENDA DE SÍMBOLS



Activitat Obligatoria per Projecte (s'han de fer arribar les respostes dels alumnes a aquestes activitats)

PROPOSTA DE GESTIÓ DE L'AULA PER CADA ACTIVITAT:



Activitat individual



Activitat en petit grup



Activitat grup-classe

APRENEM 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?	

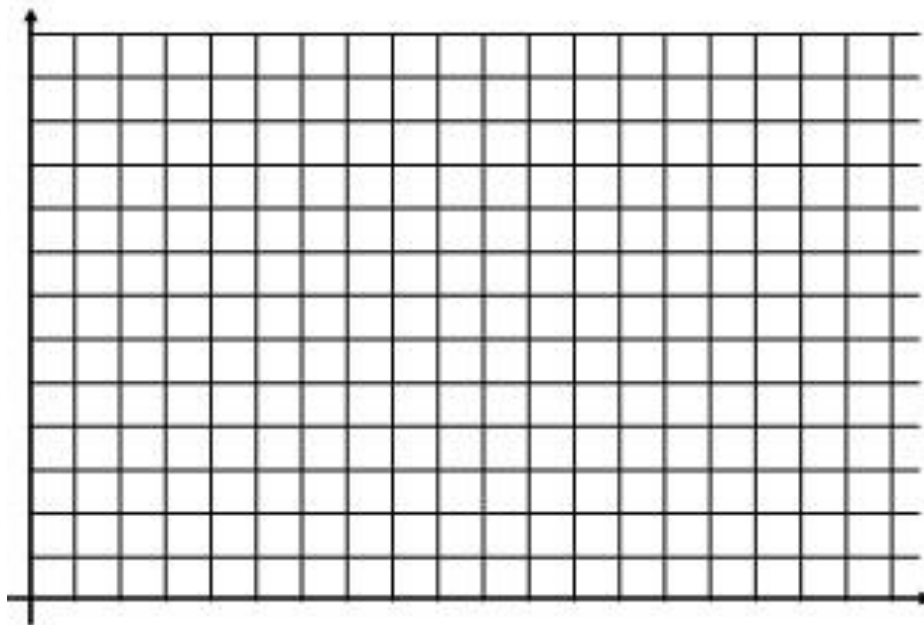
Variable Independent: Quina variable es modifica/ s'observa de l'experiment per tal de comprovar si influeix en els resultats?

Variable Dependent: Què es mesura com a resultat?

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

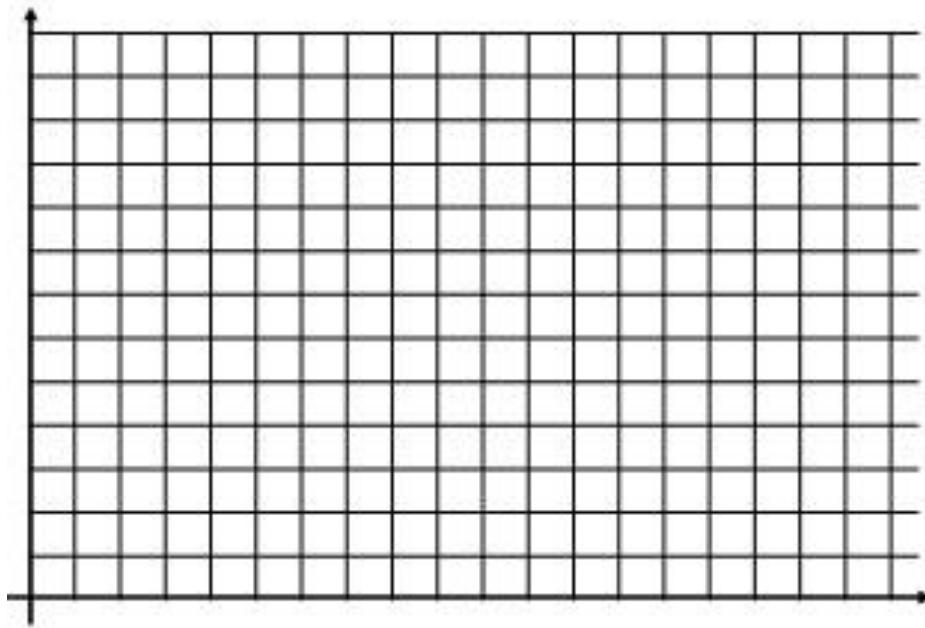
PREDICCIÓ Què crec que passarà? Com creus que variarà la llum en funció de les hores? Com creus que variarà el so en funció de les hores?

Intensitat sonora (dBC)



Temps (hores)

Il·luminació (lx)



Temps (hores)

HIPÒTESIS: Per què crec que passarà?

IDEES CLAU DE L'ACTIVITAT	
• Per poder investigar és necessari saber què volem investigar: quina pregunta volem respondre. • Per poder investigar cal planificar com serà l'experiència que ens permeti obtenir dades per contestar a la pregunta que volem respondre.	
QUÈ PODEN DIR ELS ALUMNES?	QUINES IDEES ENS HEM D'ASSEGURAR QUE SURTIN?
• Poden confondre les variables dependent (temps) i independent (so) amb altres variables que no es mesuren a l'experiment com per exemple el nombre de persones que estan a les terrasses dels bars...	Cal treballar amb els alumnes les diferències entre aspectes que es mesuren i s'agafen dades d'altres factors que poden estar relacionats però dels quals no s'agafen dades.

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.

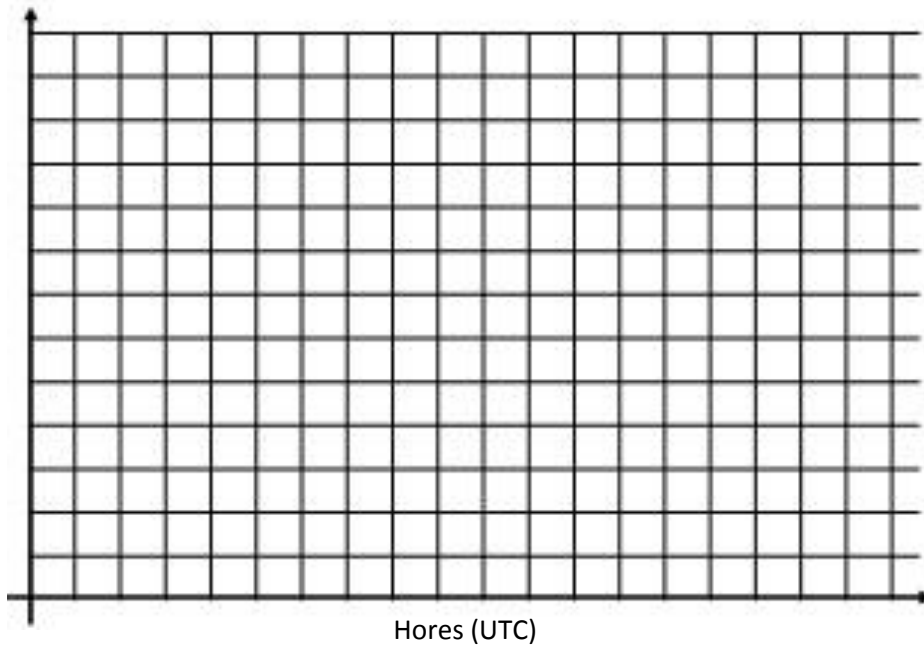
Disponible a: <http://making-sense.eu/campaigns/placa-del-sol/>

RESULTATS: Què ha passat?

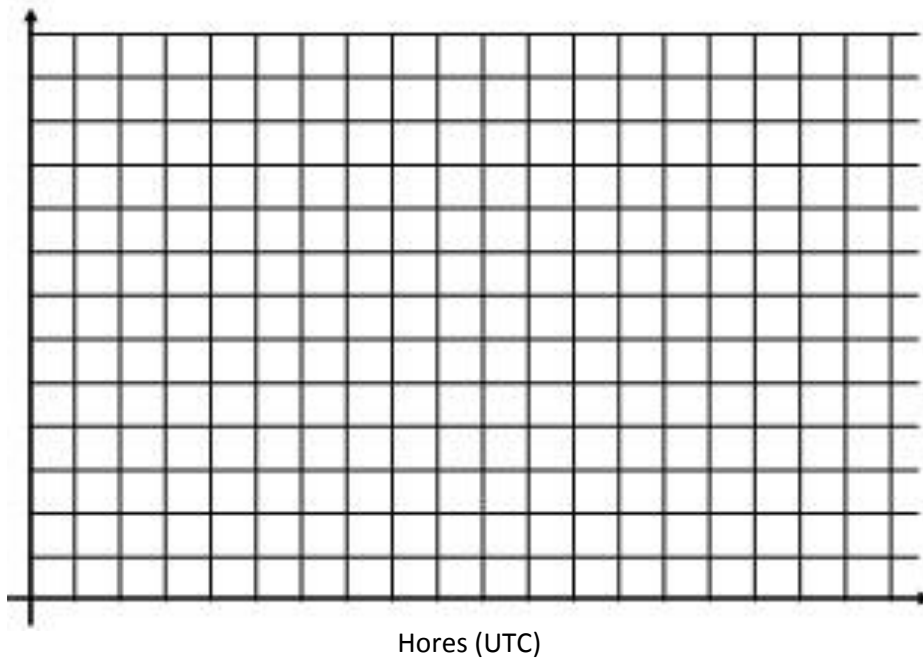
- En quines unitats trobem la intensitat del so i la il·luminació? Què vol dir hores UTC? Busqueu la informació per a poder interpretar aquestes dades.

- Representeu gràficament els resultats obtinguts.

Intensitat sonora (dBC)



Il·luminació (lx)



- Què fa el so a mesura que passen les hores? Quina és la tendència del so?
- 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.

IDEES CLAU DE L'ACTIVITAT

- Per comprovar si les nostres idees, prediccions i hipòtesis són certes cal buscar evidències que ens ajudin a demostrar-les o refutar-les. La manera de buscar aquestes evidències és involucrant-se en un procés de recerca o indagació.
- Els científics no accepten un resultat com a correcte fins que no ha estat repetit moltes vegades.
- En una recerca cal identificar quins són els problemes, limitacions o biaixos de l'experiència per a interpretar els resultats i per a que en properes ocasions o en la repetició de l'experiència es tinguin en compte.

QUÈ PODEN DIR ELS ALUMNES?

- Els alumnes poden confondre les dades que es poden extreure directament de les dades amb interpretacions de caire més ètic o social que no se'n deriven directament de les dades
- L'alumnat acostuma a pensar que una única experiència és suficient per prendre mesures o decisions rellevants.
- Molts alumnes acostumen a pensar que les limitacions, dificultats trobades en els diferents estudis cal ocultar-les

QUINES IDEES ENS HEM D'ASSEGURAR QUE SURTIN?

- Cal reflexionar amb els alumnes sobre què s'ha mesurat i quins han estat els resultats obtinguts així com altres possibles explicacions amb les que també podríem haver obtingut aquests resultats (p.ex. que hi hagués obres a la tarda a la plaça o alguna festivitat puntual).
- Cal remarcar que cada experiència aporta una evidència més i que cal relacionar-la amb altres evidències similars
- Cal treballar amb els alumnes la importància que té per a la ciència el reconeixement dels propis errors i limitacions per a que puguin ser superats en properes recerques.

MATERIAL

- Excel de suport amb les dades

OBSERVACIONS I COMENTARIS

- Per ajudar als alumnes a millorar les seves

MESUREM LA QUANITAT 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/>

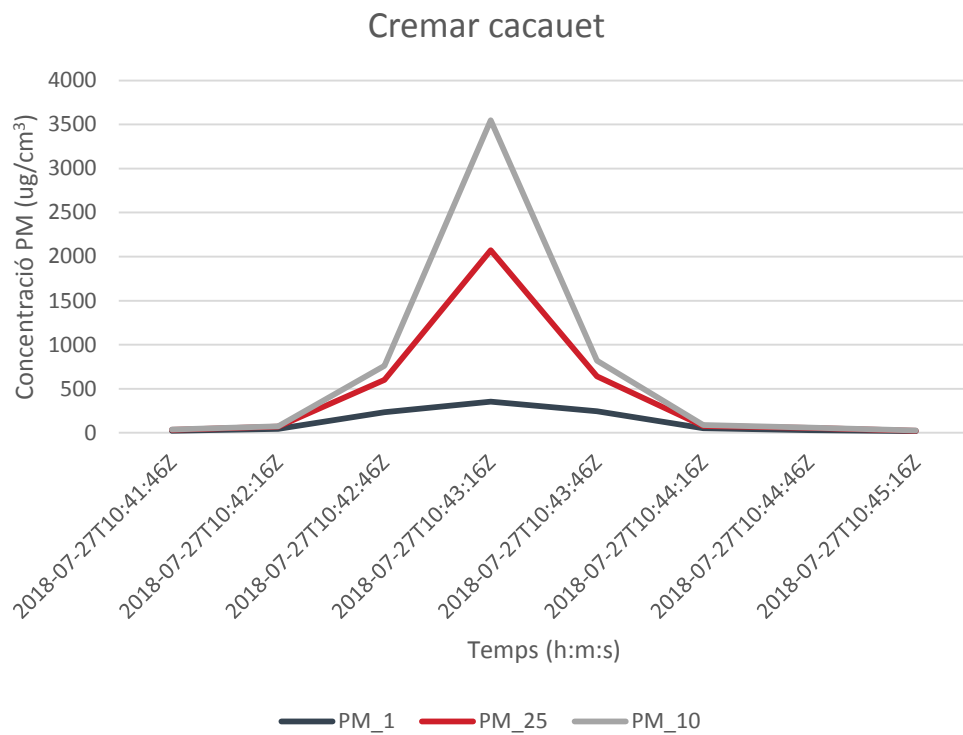


3.3.1 Per familiaritzar-nos amb com funciona el sensor de partícules contaminants de l'aire us proposem que simuleu una font de contaminació a l'aula i feu diferents proves amb el sensor de partícules.

Què vull saber? Si cremem un cacauet quins tipus de partícules contaminants (PM) s'alliberen i en quins nivells?	Què tinc? • Cacauet • Filferro • Tap de suro • Sensor SmartCitizen • Encenedor
Què faig? Deixarem el sensor en una posició fixe i cremarem un cacauet. 	
Què crec que passarà?	Per què crec que passarà?

FEM L'EXPERIMENT

Què ha passat?



IDEES CLAU DE L'ACTIVITAT

- Els diferents instruments de mesura (termòmetres, sensors, etc.) ens poden donar més informació sobre les coses que no pas només a través de la observació.

MATERIAL

- Cacauet
- Tap de suro
- Filferro
- Sensor *Smart Citizen*
- Encenedor

OBSERVACIONS I COMENTARIS

- Aquesta activitat es fa amb el mateix experiment que el Mòdul 1, de manera que trobem molt interessant relacionar els dos moments. D'aquesta manera podem conduir la reflexió al voltant de l'ús dels sensors: al Mòdul 1 hem fet la mateixa experiència limitant-nos a observar què estem fent quan cremem un cacauet, **amb els sensors el que aconseguim és quantificar el nivell de partícules contaminants.**

RESPECTE EL SENSOR SMART CITIZEN:

- Cal tenir en compte que el sensor mesura totes les partícules d'un diàmetre determinat (2,5 µm, 10 µm...) sense diferenciar la composició d'aquesta. Per tant, no es pot establir una relació directa entre número de partícules de 2,5 µm i contaminació procedent del trànsit. En un estudi anterior realitzat pels científics d'ISGlobal (Amato et al. 2014) s'ha trobat una gran diversitat de partícules a les aules amb un diàmetre de 2,5 µm i de procedència molt diversa: guix, sals minerals, restes de teixits, restes de material orgànic (p.ex. pell)...
- El fus horari amb el que recull i s'exporten les dades de l'SmartCitizen és UTC (Temps Universal Coordinat). Per poder relacionar les dades recollides amb el nostre horari caldrà fer la conversió al nostre fus horari: CET (Temps d'Europa Central). Aquesta relació és de +1h al hivern i +2h a l'estiu. Per establir la relació es poden fer servir conversors com per exemple: <https://www.worldtimebuddy.com/utc-to-cet-convert>.

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.

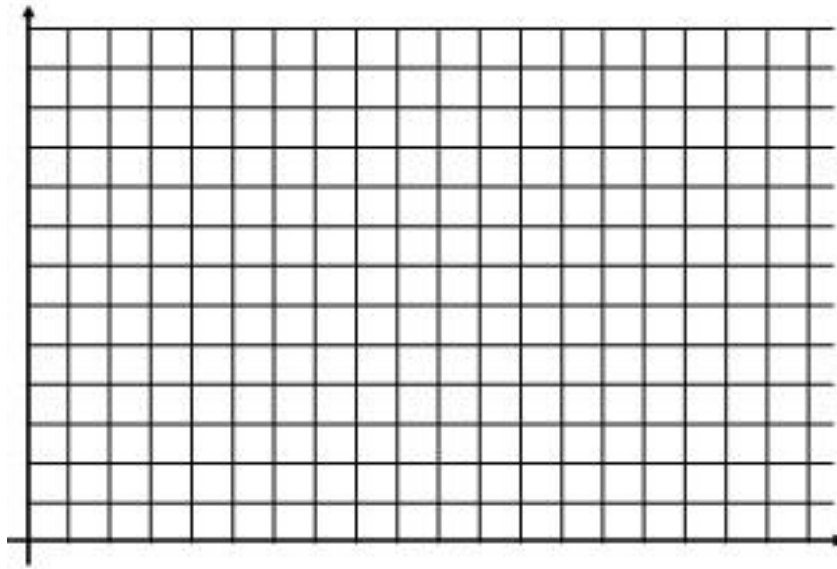
PREGUNTA: Què es vol saber?

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?

IDEES CLAU DE L'ACTIVITAT

- Per poder investigar és necessari saber què volem investigar: quina pregunta volem respondre.
- Per poder investigar cal planificar com serà l'experiència que ens permeti obtenir dades per contestar a la pregunta que volem respondre.
- Per comprovar si les nostres idees, prediccions i hipòtesis són certes cal buscar evidències que ens ajudin a demostrar-les o refutar-les. La manera de buscar aquestes evidències és involucrant-se en un procés de recerca o indagació.
- Els diferents instruments de mesura (termòmetres, sensors, etc.) ens poden donar més dades sobre els fenòmens que no pas la observació només.
- És important identificar quins són els problemes, limitacions o biaixos de l'experiència realitzada per a que en properes ocasions o en la repetició de l'experiència es tinguin en compte.

QUÈ PODEN DIR ELS ALUMNES?

- Els alumnes poden tenir dificultats a l'hora de definir una pregunta investigable
- Els alumnes poden confondre les diferents variables: variable depenent, independent i control
- Poden plantejar dubtes a l'hora d'interpretar resultats
- Els alumnes poden confondre les dades que es poden extreure directament de les dades amb interpretacions de caire més ètic o social que no se'n deriven directament de les dades
- Molts alumnes acostumen a pensar que les limitacions, dificultats trobades en els diferents estudis cal ocultar-les
- L'alumnat acostuma a pensar que una única experiència és suficient per prendre mesures o decisions rellevants.

QUINES IDEES ENS HEM D'ASSEGURAR QUE SURTIN?

- Cal treballar amb l'alumnat que la pregunta proposada s'ha de poder respondre amb les dades que recullin
- Cal treballar amb ells quin és el significat, a què fa referència cadascuna d'aquelles a partir de posar exemples senzills i anar-los fent cada cop més complexos.
- Podem ajudar als nostre alumnat fent preguntes del tipus: què és el que més t'ha sorprès?, quina és la tendència?, quin és el màxim? I el mínim?...
- Cal reflexionar amb els alumnes sobre què s'ha mesurat i quins han estat els resultats obtinguts així com altres possibles explicacions amb les que també podríem haver obtingut aquests resultats
- Cal remarcar que cada experiència aporta una evidència més i que cal relacionar-la amb altres evidències similars
- Cal treballar amb els alumnes la importància que té per a la ciència el reconeixement dels propis errors i limitacions per a que puguin ser superats en properes recerques.

MATERIAL

- Conjunt de sensors Smart Citizen

OBSERVACIONS I COMENTARIS

- L'activitat 3.4.1 està pensada per ajudar a pensar possibles llocs o moment on posar el sensor i fer l'experiment. Es pot realitzar de manera explícita, fent un mapa i marcant els elements de l'entorn que poden ser fonts de contaminació o ser només una pluja d'idees.
- A l'Annex d'aquest mateix document podeu trobar una **Rúbrica per a l'avaluació de les recerques dels alumnes**.
- Segons el nombre de sensors disponibles, cada grup pot realitzar la seva recerca o podeu consensuar una amb tot el grup i realitzar aquella.

ANNEX: RÚBRICA PER A L'AVALUACIÓ DE LES RECERQUES PROPOSADES

Rúbrica per a l'avaluació de les propostes d'avaluació de Ferrés-Gurt (2017)

Què es vol investigar?	Identificació de problemes o formulació de preguntes científiques investigables. Una pregunta científica investigable és aquella que es pot respondre empíricament amb una recollida de dades i precisa la comprensió de conceptes.	
	0	No identifica problemes o no planteja preguntes investigables, sinó preguntes d'informació
	1	Planteja problemes inabordables
	2	Planteja problemes amb formulació ambigua i genèrica o mal formulada, però hi ha pregunta basada en fets
	3	Identifica problemes de recerca adequats i acotats, basats en fets, però no concreta interrogants que orientin la recerca
	4	Planteja problemes investigables i concreta preguntes adequades, basades en fets i que suggereixen aspectes metodològics per respondre les preguntes plantejades
	Formulació d'hipòtesis. En forma de deducció "Si... llavors..." i preferentment en relació a conceptes científics "si pensem que... llavors quan... observarem que..."	
	0	No planteja hipòtesis o no identifica hipòtesis o planteja hipòtesis sense sentit
	1	Planteja hipòtesis sense relació amb el problema o objectiu de la recerca
	2	Formula hipòtesis ambigües o mal formulades, o només emet prediccions
	3	Planteja hipòtesis que encaixen amb els problemes de recerca i que suggereixen variables
	4	Planteja hipòtesis que encaixen amb el problema de recerca, preferiblement en forma de deducció i en fa una descripció fonamentada en una teoria o model o concepte científic
	Referència a conceptes en els quals es fonamenta la recerca. Plantejar una pregunta científica requereix de coneixements teòrics perquè la pregunta tingui sentit	
	0	La recerca proposada no té relació amb conceptes o idees científiques, o teories o models científics
	1	No fa referència a conceptes científics o teories en relació amb la recerca proposada
	2	Fa referència a conceptes implicats en la recerca, però de manera incompleta o amb dificultats de comprensió, o es refereix a conceptes sense relació directa amb el problema
	3	Explicita correctament els conceptes científics i/o teories implicats en la recerca, però no els relaciona amb les hipòtesis
	4	Explicita els conceptes científics i/o teories en relació a la recerca i formula les hipòtesis fonamentant-les en ells: identifica idees científiques rellevants per a la recerca
Com es vol investigar?	Identificació de variables. La variable independent (VI) són els valors que són canviats o seleccionats per l'investigador. La resta de variables han d'estar controlada. La variable depenent (VD) són els valors de la qual son mesurats per a cada canvi de variable independent.	
	0	El disseny hauria de contemplar variables i no les té en compte
	1	No identifica ni VI ni VD o no sap concretar VI i VD, tot i que s'han considerat en el disseny, o no té en compte el control de les altres variables diferents de la VI
	2	Confon VI i VD o no n'identifica una d'elles, o proposa VI i VD que no encaixen amb les hipòtesis i/o fa un control insuficient de les variables diferents de la VI
	3	Identifica VI i VD però de manera incompleta o imprecisa, o no les explicita i/o sense tenir en compte les variables controlades
	4	Identifica VI i VD apropiades, que encaixen amb les hipòtesis, i té en compte el control d'altres variables

Resultats i conclusió	Disseny d'un pla de treball i adopció de metodologia. Planificació de recerca i recollida de dades	
	0	No hi ha o no proposa recollida de dades o de metodologia per abordar el problema
	1	El disseny metodològic no permet comprovar les hipòtesis, però hi ha proposta de recollida de dades
	2	Tasques i procediments d'investigació o metodologia només permeten una comprovació parcial de les hipòtesis o el problema plantejat i/o amb tasques sense relació amb les hipòtesis i/o que només permeten un abordament parcial del problema
	3	La metodologia ofereix una comprovació força adequada de les hipòtesis i/o un abordament apropiat del problema, però la descripció de la metodologia és incompleta i, si són necessaris, no considera rèpliques ni control
	4	La metodologia selecciona dades apropiades per a la comprovació de les hipòtesis i/o l'abordament del problema plantejat i, quan és possible, proposa rèpliques i control
	Recollida de dades. El treball d'indagació científica s'han de recollir dades per respondre les preguntes plantejades	
	0	No hi ha recollida de dades
	1	Hi ha recollida de dades però de manera poc acurada o incompleta, o amb mancances en l'aplicació de tècniques
	2	Recollida de dades amb errades o imprecisions o falta de comprensió dels procediments i falta de relació entre les dades i les hipòtesis i/o el problema
	3	Recollida amb algunes mancances, execució correcta de tècniques que aporten dades relacionades amb les hipòtesis, però no hi consten rèpliques ni control si són necessaris,
	4	Recollida de dades metòdica, acurada, adequada i suficient, amb bona comprensió i execució de tècniques, i amb rèpliques i control quan són necessaris
	Tractament de dades. Amb les dades recollides cal fer un tractament estadístic i gràfic acurat	
	0	No hi ha processament de dades perquè no se n'han recollit
	1	Sense processament de les dades recollides, ni organització de les dades en taules, gràfics, etc.
	2	Tractament inadequat o incomplet de les dades, presentació inapropiada, gràfics sense títols o amb títols inadequats
	3	Tractament adequat de les dades, però amb processament, organització i presentació que mostren algunes deficiències
	4	Bona presentació i tractament de les dades, processades, manipulades i organitzades de forma apropiada, amb taules i/o gràfics, i presentades amb claredat
	Anàlisi de dades i obtenció de conclusions argumentades. Les dades s'han d'analitzar relacionant-les amb hipòtesis, precedents i conceptes teòrics i les conclusions han d'estar basades en proves. Cal diferenciar resultats (què s'ha observat?) d'inferències (quin significat es dona a aquestes dades?)	
	0	No hi ha anàlisi de dades 1
	1	Anàlisi i interpretació no fonamentats amb les dades i/o sense relació amb les hipòtesis i/o errors en l'anàlisi de dades i/o no hi ha conclusions
	2	Conclusions similars als resultats de la part metodològica sense interpretació i anàlisi de dades. No coordina justificacions teòriques amb proves empíriques.
	3	Conclusions que incorporen, a més dels resultats, els fets i conceptes en els quals es basa la pregunta, però anàlisi incompleta o poc fonamentada
	4	Conclusions que incorporen, a més dels resultats, els fets i conceptes relacionats, i la relació entre les hipòtesis i les dades interpretades.

RECURSOS UTILITZATS PER AL DISSENY DE LES ACTIVITATS

Algunes de les activitats que s'inclouen en aquest mòdul estan basades en les experiències i activitats d'aula següents:

1. Jordi Domènech. Earth Fluid's scientific congress. Disponible a: <https://sites.google.com/site/airwatercongress/> +
2. 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/>

PROJECTE

a t e n c i ó

CIÈNCIA, CIUTADANIA, CONTAMINACIÓ, COGNICIÓ I COMUNITAT

Activitat final



Activitat final. Material docent 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 docent del Projecte ATENC!Ó. A Solé C., Tena, E., Couso, D., Hernández M. (coord.), *Investigar sobre contaminació a l'aula de Secundària. Material docent* (pp. 109-113). 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.



IDEES CLAU DEL BLOC

INTRODUCCIÓ

L'objectiu d'aquesta activitat és reflexionar sobre l'experiment al que hem participat i la validesa dels resultats que s'obtingran i proposar una acció sobre l'entorn.

Hi ha una primera activitat on l'alumnat ha d'escriure una notícia sobre l'experiment i valorar el grau de confiança que donaran als resultats. La segona activitat consisteix en dissenyar una activitat final de conscienciació sobre la problemàtica de la contaminació de l'aire.

ESTRUCTURA I/O ACTIVITATS QUE INCLOU

Resultats de l'experiment → 1h	}	2 h
Acció final → 1h		

JUSTIFICACIÓ DEL BLOC

IDEES DE L'ALUMNAT SOBRE AQUEST BLOC:

- Els estudiants tenen dificultats per distingir entre observacions i inferències. (Osborne & Freyburg, 1985; Haslam & Gunstone, 1996)
- Els estudiants sovint creuen que la ciència és un conjunt de fets que representa la veritat. Molts llibres de text reforcen aquesta noció de la manera en com representen la ciència. La descontextualització i la generalització usada per representar la ciència a les escoles fan que molts estudiants concloguin que la ciència té una rellevància petita en la vida diària. (Aikenhead, 1987; Ryan, 1987; Fleming, 1987)
- Molts estudiants creuen que la ciència és tot allò relacionat amb descobriments, més que no pas en generar coneixements i generar explicacions a través d'un treball repetitiu i la recol·lecció d'evidències.
- Sovint els estudiants veuen el treball pràctic a l'escola com quelcom per verificar un acte o donar suport a una teoria que ja està presentada a classe.
- Molts estudiants creuen que els canvis en la ciència es deuen principalment als fets i gràcies a una tecnologia millorada per a la observació i la mesura. No reconeixen que les teories modificades a vegades suggereixen noves observacions o reinterpretacions de les observacions prèvies ([Aikenhead, 1987](#); [Lederman & O'Malley, 1990](#); [Waterman, 1983](#))
- Els estudiants no conceben el desenvolupament del coneixement científic a través de la interacció de la teoria i la observació. ([Carey et al., 1989](#))

CONNEXIÓ AMB EL CURRÍCULUM:

Dimensió Indagació de fenòmens naturals i de la vida quotidiana.

Competència 7. Reconèixer i aplicar els processos implicats en l'elaboració i validació del coneixement científic.

Teories i fets experimentals. Controvèrsies científiques. Diferències entre ciència i pseudociència (CC16)

- Lectura de recerques fetes per altres i anàlisi crítica dels procediments emprats per a la recollida de dades i de les evidències que es mostren.
- Reconeixement de les limitacions que condicionen tant les investigacions científiques com les seves aplicacions.

IDEES CLAU

- La ciència està en contínua construcció.
- En les investigacions s'intenten controlar les condicions per focalitzar en els efectes d'una variable.
- Els científics fan observacions sistemàtiques per identificar patrons, dibuixar inferències i crear explicacions.
- La recerca que involucri participació de persones i animals ha de tenir en compte aspectes ètics.

LLEGENDA DE SÍMBOLS



Activitat Obligatòria per Projecte (s'han de fer arribar les respostes dels alumnes a aquestes activitats)

GESTIÓ DE L'AULA PER CADA ACTIVITAT



Activitat individual



Activitat en petit grup



Activitat grup-classe

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?

OBJECTIU DE L'ACTIVITAT

- L'objectiu de l'activitat 4.1.1 és estructurar totes les idees que s'han estat treballant, de manera que reflecteixi com és una investigació científica real.
- L'objectiu de l'activitat 4.1.2 és reflexionar sobre la validesa dels resultats d'un experiment al que l'alumnat hi ha participat activament.

OBSERVACIONS I COMENTARIS

- L'activitat 4.1.1 pot utilitzar-se com avaluació.
- Recordeu que **s'han de penjar al Drive les respostes de l'activitat 4.1.2.**

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.

Per intentar conscienciar al vostre entorn sobre aquesta problemàtica, dissenyeu i porteu a terme una acció, campanya de sensibilització, una jornada per a les famílies...

PLUJA D'IDEES:

DISSENY DE L'ACCIÓ FINAL:

OBJECTIU DE L'ACTIVITAT

- L'objectiu d'aquesta activitat és apoderar a l'alumnat a prendre accions sobre el seu entorn, conjuntament amb altres persones o organitzacions de l'entorn local.

OBSERVACIONS I COMENTARIS

- Proposem que per petits grups dissenyin una acció final. Posteriorment podeu decidir fer-les totes, consensuar una per cada grup-classe o gestionar-ho segons les vostres possibilitats.
- **Recordeu que s'han de reportar aquestes experiències, penjant el material elaborat o un resum de l'experiència a la vostra carpeta del Drive.**

EXEMPLE D'ACCIONS

- Exemples proposats a la formació d'estiu:
<https://sites.google.com/view/projecteatencio/professorat/activitat-final>
- Exemples d'altres instituts:
https://www.youtube.com/watch?v=MvyAoedgQ_0&feature=youtu.be
<https://www.youtube.com/watch?v=SoNtiv5zy1s&feature=youtu.be>

