

# atenció

CIÈNCIA, CIUTADANIA, CONTAMINACIÓ, COGNICIÓ I COMUNITAT

## MÒDUL 3. INVESTIGUEM SOBRE LA CONTAMINACIÓ DE L'AIRE

MATERIAL DOCENT



“Mòdul 3: Investiguem sobre la contaminació de l’aire”. Seqüència didàctica del Projecte ATENCIÓ.  
Creada per Èlia Tena, Caterina Solé, Digna Couso i Maria Isabel Hernández. Versió 1.

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., Solé, C., Couso, D. i Hernández, M. (2018). *Mòdul 3: Investiguem sobre la contaminació de l’aire. Seqüència didàctica del Projecte ATENCIÓ*. Barcelona: 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, un programa impulsat per “la Caixa” amb la col·laboració de l’ACUP (2017 ACUP 00274) i desenvolupat pel CRECIM (UAB) i ISGlobal.

**CRECIM** Centre de Recerca  
per a l'Educació Científica  
i Matemàtica

**ISGlobal** Instituto de  
Salud Global  
Barcelona

---

recerCaixa

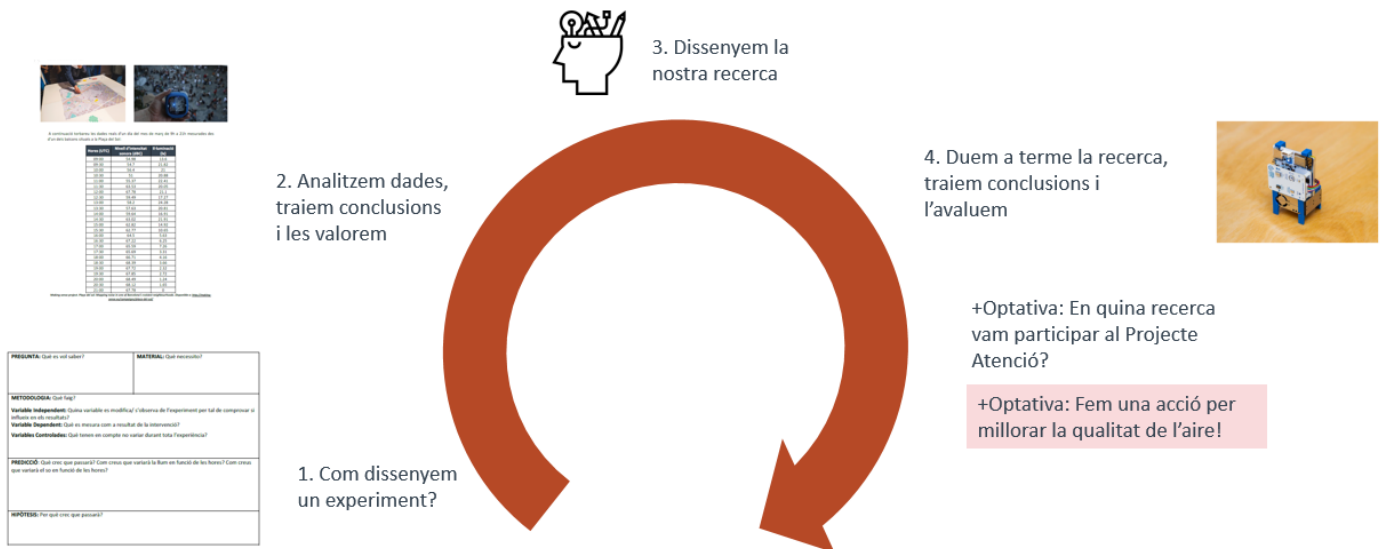
---

ACUP  Obra Social "la Caixa"

# INTRODUCCIÓ AL M3

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 una recerca científica: en primera instància analitzant una recerca que ja s'ha dut a terme i seguidament dissenyant-ne una i implementant-la.

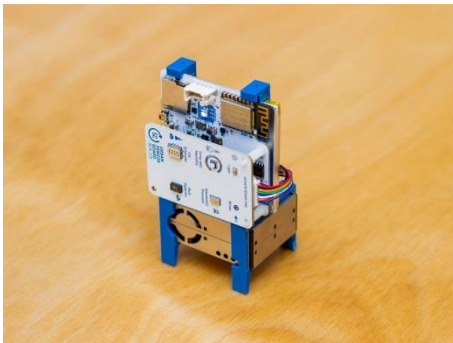
Les activitats s'estructuren de la següent manera:



Trobareu amb un **fons blau** l'activitat optativa sobre el Projecte Atenció on es reflexiona sobre la recerca que es va dur a terme el curs passat. També trobareu amb un **fons de color vermell** l'activitat optativa perquè l'alumnat dissenyi una acció per millorar la qualitat de l'aire.

Tot i que són activitats optatives i dependrà de diferents factors en cada centre, considerem que fer una acció per millora la qualitat de l'aire dota de sentit la globalitat del projecte.

## SENSOR SMART CITIZEN



En aquest mòdul es proposa que l'alumnat dissenyi i implementi la seva pròpia recerca sobre la contaminació atmosfèrica amb els kits de sensors Smart Citizen desenvolupats per l'Institut d'Arquitectura Avançada de Catalunya.

Podeu trobar tota la informació relativa a aquests sensors en aquest [enllaç](#).

# CONNEXIÓ AMB EL CURRÍCULUM

## CONTINGUTS CLAU CURRICULARS:

### Investigació i experimentació

- 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.
- Projecte d'investigació en grup.

## COMPETÈNCIES DE CIÈNCIES:

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

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

## COM ES DISSENYA UN EXPERIMENT?

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 que van fer els veïns i veïnes de la Plaça del Sol.

Alguns veïns i veïnes 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 so al que estan exposats durant sis setmanes als seus balcons.

*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/>*

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

<b>PREGUNTA:</b> Què es vol saber?	<b>MATERIAL:</b> Què necessito?
<b>METODOLOGIA:</b> Què faig? <b>Variable Independent:</b> Quina variable es modifica/ s'observa de l'experiment per tal de comprovar si influeix en els resultats? <b>Variable Dependent:</b> Què es mesura com a resultat de la intervenció? <b>Variables Controlades:</b> Què tenen en compte no variar durant tota l'experiència?	
<b>PREDICCIÓ:</b> 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?	
<b>HIPÒTESIS:</b> Per què crec que passarà?	



## Què volem aconseguir en aquest apartat?

L'objectiu d'aquest apartat és que l'alumnat pensi sobre quins elements hem de tenir en compte alhora de dissenyar una recerca científica. A partir del text on s'explica quina és la problemàtica del veïnat de la Plaça del Sol es demana a l'alumnat que defineixi què es vol saber, què necessita, què fa, què creu que passarà i per què ho creu.

Cal destacar un cop més la importància de fer tant la predicció com la hipòtesi abans de fer un experiment, o en aquest cas, analitzar-lo.

A la metodologia s'espera que l'alumnat no només expliqui com faria l'experiment sinó que pensi quines variables mesurarà i com controlarà les variables que no mesurarà.

Es proposa que tot aquest mòdul es treballi en petits grups.



## Quin tipus de respostes podem esperar?

L'alumnat pot confondre la variable independent (temps) i la dependent (so) amb altres variables que no es mesuren a l'experiment, com per exemple, el nombre de persones que es troben a les terrasses dels bars. Cal treballar amb l'alumnat les diferències entre aspectes que es mesuren i altres factors pels quals no s'agafen dades. A partir d'aquest treball també apareixerà, i cal incidir-hi, sobre la importància del control de variables.



## Missatges clau

- Per investigar cal planificar com serà l'experiència que ens permeti obtenir dades per contestar a la pregunta que volem respondre.
- Per planificar una recerca s'ha de definir quina és la variables independent, quines les dependents i com serà el control de variables.

## ANALITZEM DADES I TRAIEM CONCLUSIONS

El veïnat, després de dissenyar com durien a terme la recerca, identificar els punts claus on els hi interessava prendre mesures i en quins moments volien fer-ho (tots els sensors es van estar mesurant els mateixos dies), van fer una prova pilot per veure si el seu disseny experimental els hi permetia recollir les dades que necessitaven. Un cop van tenir el disseny experimental final, van estar recollint dades durant sis setmanes.



A continuació torbareu les dades reals d'un dia del mes de març de 9h a 21h (en UTC) mesurades des d'un dels balcons situats a la Plaça del Sol:

Hores (UTC)	Nivell d'intensitat 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/>*



## Què volem aconseguir en aquest apartat?

L'objectiu d'aquest apartat és que l'alumnat s'involucri en un anàlisi de dades. En aquesta pàgina s'ofereix el context sobre com han dut a terme la recerca i les dades recollides reals un dia durant 12h.

A la següent pàgina trobareu les anotacions sobre com analitzar els resultats i les conclusions.

### NOTA

Les hores es troben en UTC (temps universal coordinat). En horari d'estiu cal sumar-li dues hores per a que correspongui a l'hora del país. En horari d'hivern cal sumar-li una hora. És important comentar aquest canvi horari ja que l'alumnat farà servir el mateix sensor per dur a terme les seves recerques i també obtindrà les dades en UTC.

El nivell d'intensitat sonora s'expressa en dBc ja que és la unitat que s'utilitza per indicar el soroll de fons. Equival a 1 dB.

El lux és la unitat de mesura de la il·luminació i correspon al flux d'un lumen per metre quadrat:  
 $1\text{lx} = 1\text{lm}/\text{m}^2$ .



**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.
- Quin és el comportament del nivell d'intensitat sonora?
- Quin és comportament de la il·luminació?
- Es pot observar alguna relació entre la tendència del nivell d'intensitat sonora i el de la il·luminació?
- En què s'assemblen i en què es diferencien els resultats obtinguts i els predits?

**CONCLUSIONS:** Per què crec que ha passat?

**LIMITACIONS:** Té limitacions aquesta recerca? Quines? Com es podrien millorar?



### **Què volem aconseguir en aquest apartat?**

L'objectiu d'aquest apartat és que l'alumnat es familiaritzi amb com interpretar unes dades i extreure'n resultats i conclusions.



### **Quin tipus de respostes podem esperar?**

Els alumnes poden confondre les conclusions que es poden extreure directament de les dades amb interpretacions de caire més ètic o social que no se'n deriven directament. En aquest cas cal preguntar si les conclusions que estan traient surten de les dades recollides o si estan fent inferències.

D'altra banda, l'alumnat acostuma a pensar que una única experiència és suficient per prendre mesures o decisions rellevants. Cal treballar la idea que necessitem donar-li valides a les dades, ja sigui fent sèries d'experiments, triangulant-les amb altres mètodes o comparant-les amb dades secundàries.

Identificador:

De la mateixa manera que heu fet vosaltres, els veïns i veïnes van analitzar les dades i van obtenir unes conclusions. Primerament van comprovar quins són els nivells de referència a partir dels quals es considera que un soroll es pot considerar molest i tenir conseqüències per la salut de les persones. Amb les dades dels 25 sensors que es van instal·lar a la Plaça del Sol van obtenir quina era la tendència del nivell d'intensitat sonora a la plaça. Van arribar a la conclusió que dins dels seus habitatges durant molts dies es supera el límit permès a la nit de 30 decibels dins dels dormitoris, fins i tot arribant alguns dies que hi havia concerts a la plaça a 100 decibels.



Reprodueix el vídeo per veure com els veïns i veïnes de la Plaça del Sol van dur a terme la seva recerca.

Quina validesa li dones a la recerca que es presenta?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Indica en què et bases per atorgar-li validesa o no a aquesta recerca.

Compara amb els teus companys i companyes quins elements has tingut en compte per donar-li validesa tant a la recerca de la Plaça del Sol com a la recerca que heu fet vosaltres sobre la contaminació atmosfèrica. Consensueu aquells elements que us semblen essencials per considerar vàlida una recerca científica.



## Què volem aconseguir en aquest apartat?

L'objectiu d'aquest apartat és seguir treballant sobre en què ens hem de basar per donar-li validesa a una recerca. En aquest cas, després de veure tot l'experiment i el vídeo a mode de resum que també aporta nova informació sobre com s'ha dut a terme la recerca, cal que ens preguntem quina validesa li donem a aquesta recerca.

Es proposa que aquesta pregunta es dugui a terme primer individualment, molt important perquè tots l'alumnat pensi sobre quina és la seva visió al respecte, i que posteriorment es comparteixin i es consensuin els elements essencials per donar per vàlida una recerca científica.

Cal fer aparèixer aquests elements en el debat en tot el gran grup:

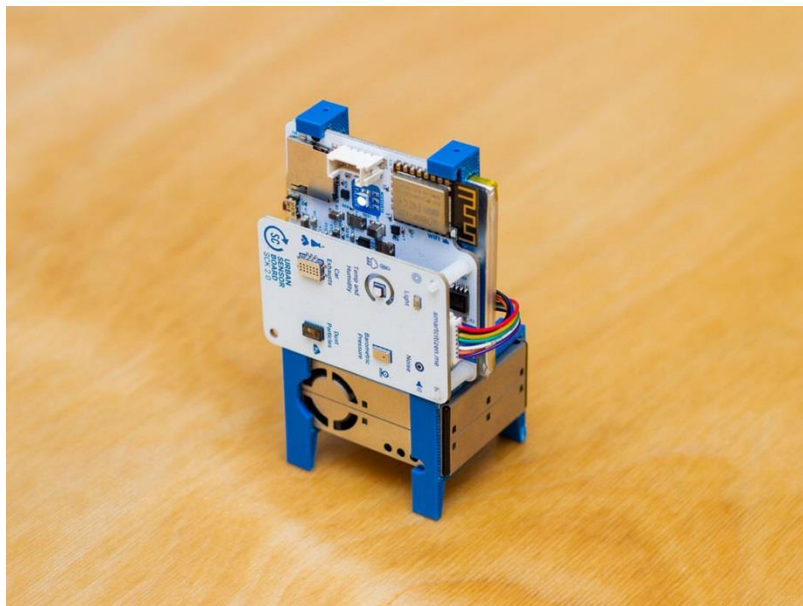
<b>Com es prenen les mesures?</b>	Instruments utilitzat
<b>Quines dades tenim? (Disseny experimental)</b>	Control de variables
	Pilotatge
	Mostra (mida i possible biaix)
<b>De dades a proves. (Quin procés de validació segueix?)</b>	Procés de validació de les dades (sèries, dades secundàries, triangulació)
<b>Aspectes socialment rellevants</b>	Status dels investigadors
	Validesa de les conclusions (limitacions de la recerca)

# DISSENYEM LA NOSTRA PRÒPIA RECERCA SOBRE LA QUALITAT DE L'AIRE

Amb el mateix conjunt de sensor Smart Citizen que ha utilitzat el veïnat de la Plaça del Sol, us proposem que dissenyeu i dugueu a terme la **vostra pròpia recerca sobre la qualitat de l'aire**.

El sensor Smart Citizen mesura diferents magnituds: pressió atmosfèrica, il·luminació, temperatura i nivell d'intensitat sonora. Pel que respecta a la contaminació atmosfèrica, el kit té sensors de **PM1**, **PM2,5** i **PM10**, per tant mesura diferents mides de partícules sòlides que es troben en suspensió a l'aire.

Per familiaritzar-nos amb com funciona el sensor de partícules contaminants de l'aire i poder dissenyar les vostres recerques us proposem que simuleu una font de contaminació a l'aula (amb un desodorant, espolsant esborradors de guix, cremant un tros petit de paper, etc.) i feu diferents proves amb el sensor de partícules.



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



## Què volem aconseguir en aquest apartat?

L'objectiu d'aquest apartat és que l'alumnat es familiaritzi amb les dades que recullen els sensors Smart Citizen. Què està mesurant? En quines unitats? Què passa si apropem o allunyem els sensors de la font de contaminació? Com hem de col·locar el sensor perquè mesuri les PM correctament?

Aquesta familiarització permetrà a l'alumnat dissenyar les seves recerques sobre la contaminació atmosfèrica al centre entenant què estem mesurant i valorant on és millor instal·lar els kits.

### **NOTA:**

Les hores es troben en UTC (temps universal coordinat). En horari d'estiu cal sumar-li dues hores per a que correspongui a l'hora del país. En horari d'hivern cal sumar-li una hora. És important comentar aquest canvi horari ja que l'alumnat farà servir el mateix sensor per dur a terme les seves recerques i també obtindrà les dades en UTC.

El nivell d'intensitat sonora s'expressa en dBc ja que és la unitat que s'utilitza per indicar el soroll de fons. Equival a 1 dB.

El lux és la unitat de mesura de la il·luminació i correspon al flux d'un lumen per metre quadrat:  $1lx = 1lm/m^2$ .

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 a pensar:

---

#### 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?



### **Què volem aconseguir en aquest apartat?**

L'objectiu d'aquest apartat és que l'alumnat comenci a pensar com pot dissenyar la recerca i quins són els elements del seu entorn que tindrà en compte i utilitzarà. No és necessari que l'alumnat respongui sistemàticament a les preguntes que se'ls hi proposa, sinó que els hi serveixin per començar a pensar quina és la recerca que volen/poden fer.

Es proposa que plantegin la recerca en petits grups i que després, en funció de la organització del centre, duguin a terme la recerca que han dissenyat o consensuat entre tots.



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 necessito?**

---

**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?**

---



## Què volem aconseguir en aquest apartat?

Un cop ja s'ha pensat com és l'entorn i quines oportunitats per investigar ens ofereix, es demana que l'alumnat dissenyi quina pregunta vol investigar, quin material necessitarà i com ho farà (i quines variables tindrà en compte). També es demana que facin la seva predicció de l'experiment i la hipòtesis. Cal recordar que les hipòtesis no estan ni bé ni malament, sempre i quant reflecteixin el que pensa l'alumnat.



## Quin tipus de respostes podem esperar?

És possible que molts grups escriguin preguntes molt àmplies i que no són investigables: per exemple, preguntes formulades amb "Perquè...?" o "Com...?". La formulació de preguntes investigables seria del tipus "Què passa si...?" o "Quina diferència hi ha...?".

### EXEMPLE: COM TRANSFORMAR UNA PREGUNTA NO INVESTIGABLE EN UNA INVESTIGABLE?

La pregunta "Perquè el paper absorbent absorbeix l'aigua?" no és investigable, ja que no ens permet fer cap recerca per donar-li resposta. Per transformar-la en una pregunta investigable:

- 1) Determinar les variables que hi participen:
  - L'aigua (temperatura, concentració de sals, etc.)
  - El paper (textura, gruix, etc.)
  - El temps
- 2) Reformular la pregunta usant: *Què passa si...? Quina diferència hi ha...?*
  - Què passa si el paper és més gruixut?
  - Què passa si passa més temps?
  - Quina diferència hi ha si l'aigua és més salada?

Exemple extret de <https://es.slideshare.net/jdomen44/experimentaci-a-les-aules-de-cincies-indagaci>

De la mateixa manera que en l'apartat anterior, l'alumnat pot confondre la variable independent i la dependent amb altres variables que no es mesuren a l'experiment. Cal treballar amb l'alumnat les diferències entre aspectes que es mesuren i altres factors pels quals no s'agafen dades.

Identificador:

---

## FEM L'EXPERIMENT!

---

**RESULTATS: Què ha passat?**

---

**CONCLUSIONS: Per què crec que ha passat?**

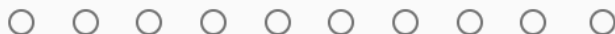
---

**LIMITACIONS DE L'ESTUDI: Què podria millorar?**

---

**Pregunta individual: VALIDESA DE LA RECERCA:** Quina validesa li dones a la recerca que es presenta?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



Indica en què et bases per atorgar-li validesa o no a aquesta recerca.



### **Què volem aconseguir en aquest apartat?**

Després de fer l'experiment s'han d'analitzar les dades i escriure els resultats, les conclusions que podem extreure'n i les limitacions que ha tingut la nostra recerca.

Finalment també es pregunta sobre la validesa que li atorguen a la recerca que han fet ells i que s'ha treballat en l'anterior apartat.



### **Quin tipus de respostes podem esperar?**

De la mateixa manera que anteriorment, l'alumnat pot confondre les conclusions que es poden extreure directament de les dades amb interpretacions de caire més ètic o social que no se'n deriven directament. En aquest cas cal preguntar si les conclusions que estan traient surten de les dades recollides o si estan fent inferències.

D'altra banda, l'alumnat acostuma a pensar que una única experiència és suficient per prendre mesures o decisions rellevants. Cal treballar la idea que necessitem donar-li validesa a les dades, ja sigui fent sèries d'experiments, triangulant-les amb altres mètodes o comparant-les amb dades secundàries.

Finalment, molts alumnes acostumen a pensar que les limitacions o dificultats trobades en els diferents estudis cal ocultar-les. Cal treballar amb l'alumnat la importància que té per a la ciència el reconeixement dels propis errors i limitacions per a que puguin ser tinguts en compte en properes recerques.

## QUÈ PODEM FER PER MILLORAR LA QUALITAT DE L'AIRE?

Hem vist que la contaminació de l'aire a les ciutats és un problema que afecta directament a la salut de les persones. Per això hem de pensar propostes que ajudin a canviar aquesta situació.

A continuació us mostrem algunes iniciatives que s'estan duent a terme per intentar reduir la contaminació de l'aire.



**Col·locar Murs de molsa verticals**  
(<https://www.bbc.com/mundo/noticias-40444199>)



**Disminuir la quantitat de cotxes i crear més zones de vianants**



**Accions per sensibilitzar sobre la problemàtica**  
(<https://el9nou.cat/valles-oriental/actualitat/granollers-viu-dues-accions-contra-la-contaminacio/>)



**Impulsar una zona de baixes emissions**  
(<https://www.naciodigital.cat/noticia/143175/passa/si/no/tinc/etiqueta/al/cotxe/quant/es/restringeixi/transit/contaminacio/barcelona>)



### **Què volem aconseguir en aquest apartat?**

L'objectiu d'aquesta apartat és pensar i dur a terme una acció per millorar la qualitat de l'aire de la comunitat educativa, ja sigui creant una campanya de sensibilització, escrivint una carta per l'ajuntament amb alguna mesura més concreta, etc. Al dossier de l'alumnat posem alguns exemples d'accions que es fan des de diferents organismes per intentar reduir la contaminació atmosfèrica.

Depenent de la programació i el funcionament de cada centre, aquesta acció tindrà més o menys durada i protagonisme respecte la seqüència global.

## PROPOSTA DE PREGUNTA D'AVUACIÓ

**Competència 6.** Reconèixer i aplicar els processos implicats en l'elaboració i validació del coneixement científic

En aquest projecte has pogut veure com s'han dut a terme diferents recerques, la recerca sobre la possible relació entre el sobrepès i la contaminació atmosfèrica, la recerca que van dur a terme el veïnat de la Plaça del Sol o la recerca que tu mateix has pogut fer amb els teus companys i companyes.

**Davant d'una recerca científica, què creus que has de tenir en compte per decidir si consideres que és vàlida o no?**

Es proposa aquesta pregunta per avaluar el treball desenvolupat respecte la Competència 6 del Currículum de Secundària. En el cas d'aquells centres que participeu de la recerca didàctica, aquesta pregunta és essencial formular-la al final del projecte i identificar-la amb el mateix codi utilitzat anteriorment.