



Recursos  
d'Educació  
Ambiental

# Activitats d'educació ambiental Mesurem amb energia a l'escola



Diputació  
Barcelona

#DibaOberta

# Índex

<b>Introducció</b>	<b>3</b>
<b>Luxímetre</b>	<b>7</b>
... i es va fer la llum!	<b>8</b>
<b>Termòmetre de sonda</b>	<b>9</b>
Prenem-nos la temperatura	<b>10</b>
Escalfo com una bombeta de 100 watts	<b>12</b>
<b>Comprovador i mesurador de bombetes</b>	<b>14</b>
Perdent energia a la xarxa	<b>16</b>
<b>Termòmetre d'infrarojos</b>	<b>17</b>
Fem l'energia visible als nostres ulls	<b>18</b>
<b>Wattímetre d'endoll</b>	<b>20</b>
El nostre consum, la nostra responsabilitat	<b>21</b>
<b>Sonòmetre</b>	<b>24</b>
Contaminació acústica al centre	<b>25</b>
Sons naturals, sons culturals	<b>27</b>
<b>Solarímetre</b>	<b>28</b>
El sol com a font d'energia renovable	<b>29</b>

## Introducció

**Els centres educatius són grans consumidors d'energia als municipis**, ja que estan oberts la major part del dia (hi ha centres que tenen horari diürn i nocturn) i hi ha molts usuaris (alumnat, professorat, personal de neteja, activitats extraescolars...). En la majoria dels casos, aquest consum no és visible, simplement queda arxivat en factures any rere any i no se li dóna cap mena de visibilitat.

Amb l'actual model energètic, on més del 70% de l'energia s'importa d'altres països, és important **donar visibilitat a l'energia** que es consumeix als centres, amb l'objectiu d'educar en **l'eficiència, l'estalvi i els bons hàbits energètics**. Amb aquest triple objectiu neix el manual que teniu a les vostres mans, un document que ofereix diverses activitats amb un element comú: **l'ús d'instruments de mesura ambientals reals**, els mateixos que fan servir els tècnics ambientals per a la realització de la seva tasca.

En un edifici, els tècnics ambientals s'encarreguen de prendre mesures de tots els elements que tenen una relació amb el medi ambient, des de la despesa energètica, fins el consum d'aigua, la incidència dels rajos solars... Això permet prendre mesures concretes per millorar l'entorn de treball i el confort de les persones i reduir els efectes sobre el canvi climàtic.

La Diputació de Barcelona cedeix als ajuntaments diversos aparells de mesura per tal que els alumnes determinin diversos aspectes relacionats amb el manteniment de les instal·lacions, la temperatura, la il·luminació, el confort tèrmic...

**Per a l'estudi de la gestió i ús del consum energètic és bàsic la presa de dades per part dels alumnes mitjançant equips de mesura.**

Els aparells de mesura en préstec són els següents:



## Aparells de mesura: fem millorable allò mesurable!



Trobareu tota la informació per sol·licitar els aparells de mesura a la pàgina web: <https://www.diba.cat/es/web/mediambient/recursos-prestec>

## Glossari d'unitats de mesura

- lx** **Lux:** Unitat del sistema internacional d'il·luminació, que correspon a la il·luminació uniforme d'una superfície que rep el flux d'1 lumen per cada m<sup>2</sup>: 1 lx = 1 lm/m<sup>2</sup>.
- °C** **Graus centigrads:** Unitat en l'escala Celsius o centígrada de temperatures.
- v** **Volt:** Unitat del sistema internacional de força electromotriu i de tensió.
- f.d.p** **f.d.p.:** El factor de potència és la relació entre l'energia que es converteix en treball i l'energia elèctrica que un circuit o dispositiu consumeix.
- w** **Watt:** Unitat del sistema internacional per mesurar la potència.
- dB** **Decibel:** Unitat relativa d'intensitat acústica en una escala logarítmica, equivalent a la desena part d'1 bel.

## Definicions

### Confort tèrmic

Existeix confort tèrmic quan les condicions de temperatura, humitat i moviments de l'aire són favorables per a l'activitat que s'hi desenvolupa. Avaluat el confort tèrmic és complex, donat que té un important component subjectiu i depèn del calor produït pel cos i els intercanvis entre aquest i l'ambient. Tanmateix, existeixen unes variables modificables que influeixen en els intercanvis tèrmics entre l'individu i el medi, que contribueixen a la sensació de confort, aquestes són: la temperatura de l'aire, la temperatura de les parets i els objectes que ens rodegen, la humitat de l'aire, l'activitat física, la tipologia de vestit i la velocitat de l'aire.

### Immissió acústica o sonora

Nivell sonor existent en un punt durant un període determinat de temps.

### Radiació solar: global i difusa

La radiació solar és l'energia emesa pel Sol en forma de radiació electromagnètica. La seva distribució no és uniforme, sinó que depèn de l'angle amb el qual incideixen els raigs solars, o sia de la latitud i de l'època de l'any. La radiació global és la constituïda pels raigs que tenen una trajectòria ininterrompuda (radiació directa) i per altres que han estat prèviament reflectits i refractats per l'atmosfera (radiació difusa).










### Transmitància tèrmica (U)

Flux de calor que passa per unitat de superfície de l'element i per grau de diferència de temperatura entre dos ambient separats per aquest element.

## Les activitats per a totes les edats

El quadre següent dona una orientació de l'adequació de les activitats als diferents nivells educatius.

Cal tenir en compte que el quadre és orientatiu, i que algunes de les activitats es poden adaptar a diferents

		Educació primària			Educació secundària		
		Cicle inicial	Cicle mitjà	Cicle superior	1r Cicle (1r-2n ESO)	2n Cicle (3r-4t ESO)	Batxillerat
	... i es va fer la llum			●	●	●	
	Prenem-nos la temperatura			●	●	●	
	Escalfo com una bombeta de 100 W			●	●	●	
	Perdent energia a la xarxa					●	●
	Fem l'energia visible als nostres ulls				●	●	
	El nostre consum, la nostra responsabilitat				●	●	
	Contaminació acústica al centre		●	●	●	●	
	Sons naturals, sons culturals	●	●	●	●		
	Els sol com a font d'energia renovable					●	●

# Luxímetre

El luxímetre permet mesurar simple i ràpidament la il·luminància real d'un ambient. Si sabem els lux d'una aula, passadís... podrem valorar si la llum que hi ha és suficient per desenvolupar les activitats pròpies del centre: llegir, veure la pissarra... amb total garantia de confort i seguretat.

Amb el luxímetre podeu:

- Mesurar la il·luminació de diferents espais del centre.
- Valorar si sobra o manca il·luminació artificial.

Unitat de mesura:



## Funcionament

- Col·locar la pila al compartiment situat a la part posterior de l'aparell. Connectar les dues peces de l'aparell i treure la tapa de protecció del sensor de llum.
- Pulsar el botó ON/OFF durant un segon per activar l'aparell. Pulsar HOLD perquè la mesura quedi fixa a la pantalla i poder anotar-la.
- Pulsar el botó "UNIT" i seleccionar Lux com unitat de mesura. Selecciona el rang de mesura de 400 lx amb el botó "LEVEL", els altres rangs poden donar error.
- La mesura s'ha de prendre horitzontal al pla de treball de l'objecte a mesurar: a les aules cal situar el luxímetre a sobre les taules dels alumnes, i als passadissos, a terra.
- Abans de mesurar els fluorescents, cal que hagin estat encesos un mínim de 15 minuts.
- Per prendre mesures, pulsar el botó i procurar de no fer ombres al sensor, i que no incideixi cap reflex.
- Pulsar el botó ON/OFF durant tres segons per a desactivar l'aparell i treure-li la pila.

## Dades de referència

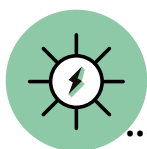
Segons la norma DIN 5035<sup>1</sup> sobre il·luminació d'espais interiors (també a la UNE EN 12464 de la "Iluminación de los lugares de trabajo") els nivells d'il·luminació especifiquen que:

Per a una escola en general: 400-700 lux	
Espai	Lux
Auditoris i sales esportives	100- 300
Aules*	300- 500
Laboratori i biblioteca	> 500
* per a les aules es recomana entre 250 i 700 lux (300 lux per a les aules amb infants i 500 lux per a les aules d'adults).	

A més els socis alemanys del projecte Euronet 50/50 ([www.euronet50-50max-eu/es](http://www.euronet50-50max-eu/es)) especifiquen els valors per altres espais de l'escola:

Especificacions del projecte Euronet 50/50	
Espai	Lux
Aules*	300
Passadissos i escales	200
Lavabos	300
* nosaltres podem mantenir entre 300 - 400 lux	

<sup>1</sup> Les normatives DIN (normatives industrials alemanyes) són les principals d'aplicació per als mesuradors de llum (lux). En concret la DIN 5035 es refereix a la il·luminació amb llums artificials.



## ... i es va fer la llum!

**T'imagines que un dia s'apaguessin tots els llums al centre?** Estem tan acostumats a tenir els llums encesos que ens costa imaginar com seria si no poguéssim veure bé la pissarra, o llegir un llibre, o veure bé la pantalla del nostre portàtil. Una bona il·luminació és de vital importància tant pel nostre rendiment acadèmic com per a la nostra salut, per aquest motiu, us plantegem de mesurar la il·luminació del vostre centre i esbrinar si hi ha mancança o excés de llum.

**Material necessari:** Un luxímetre i un llapis

### a) Mesurem dins l'aula

En aquesta primera part de l'activitat, us proposem incrementar la llum de l'aula paulatinament, prendre mesura de cada pas i anotar les sensacions de cada estadi (poca llum, massa llum...).

Comencem totalment a les fosques (per prendre aquesta mesura, separeu bé el sensor de la part on facilita les dades - podeu consultar-la amb la llum tènue de la pantalla d'un mòbil-) i anar incrementant la llum a poc a poc...

Aula	luxs	Veieu bé la pissarra?	Podeu llegir?	Anoteu les vostres sensacions
Totalment a les fosques (tancar persianes si cal)				
Llums apagats, només entra la llum natural (de les finestres, porta...)				
Aula amb una part dels llums encesos				
Aula amb tots els llums encesos				

En relació als valors de referència, hi ha una bona il·luminació de l'aula?

### b) Mesurem fora de l'aula

Espais del centre	luxs	Enquesta als usuaris	
		Hi ha massa llum?	Hi ha poca llum?
Biblioteca			
Laboratori			
Passadissos			
Gimnàs			
Cantina			
[...]			

En relació als valors de referència, considereu que hi ha una bona il·luminació al centre? quins espais caldria millorar?



## Termòmetre de sonda

El termòmetre mesura la temperatura. Les dades obtingudes us ajudaran a saber si la temperatura dels diferents espais és l'adequada en funció de l'època de l'any i a reflexionar sobre estratègies per aconseguir una temperatura de confort.

Amb el termòmetre podeu:

- mesurar la temperatura als diferents espais de l'interior del centre;
- mesurar la temperatura a l'exterior.
- mesurar la humitat relativa.

Unitat de mesura:  graus Celsius



### Funcionament

- Obrir el compartiment de la pila i col·locar la pila que es subministra. La pantalla mostra la temperatura interior i l'exterior, a més del grau d'humiditat. Pulsar C/F per passar de graus Fahrenheit a Celsius.
- Per mesurar la temperatura exterior, cal treure la sonda a l'exterior i posar el termòmetre el més lluny possible de la finestra i/o de qual-sevol altra font de calor.
- Pulsar IN/OUT per a visualitzar la temperatura interior i exterior.
- Es pot tenir en un espai fix o moure'l per enregistrar la temperatura a diferents espais.
- Permet saber el màxim i el mínim registrat tant a l'interior com a l'exterior.
- Abans de guardar l'aparell, treure-li la pila.

### Dades de referència

Segons el RD 1826/2009 de 27 de novembre, que modifica el Reglament d'Instal·lacions tèrmiques en els Edificis (RITE), s'estableixen limitacions referents a la temperatura per motius d'estalvi energètic. Els valors són:

Estació de l'any	Temperatura (°C)
Estiu	Mínima 26
Hivern	Màxima 20*-21

\*L'Institut Català d'Energia de Catalunya recomana 20°C. Posem els dos valors per tenir un rang de referència.



## Prenem-nos la temperatura

A vegades pot passar que passem **massa fred** en una aula (tot i que sigui estiu!) o, ans al contrari, **massa calor**... Mantenir una temperatura confortable per a tothom no és una tasca senzilla, ja que hi ha múltiples motius que hi intervenen: des de la sensació tèrmica de cada persona fins al material de construcció i orientació de l'aula... En aquesta activitat proposem **mesurar la temperatura de forma objectiva** i determinar els llocs més problemàtics del centre.

**Material necessari:** Un plànol del centre, un termòmetre i llapis de colors.

### Passes a seguir

- Preneu la temperatura a diferents espais dels centre i ompliu la taula.
- Anoteu en el plànol del centre les temperatures obtingudes.

### Valors de referència dins el centre

Espais del centre	Temperatura (C°)
Aules	20
Lavabo	18 - 20
Altres estances i gimnàs	15 - 18
Escales i passadissos	14 - 17

**a)** Preneu la temperatura a diferents espais del centre i anoteu les dades obtingudes en aquesta taula. Pregunteu als companys sobre la sensació tèrmica en els diferents espais.

Espais del centre	Temperatura (C°)	Vàlvula termostàtica regulada a (C°)? <sup>2</sup>	Finestres obertes?	Enquesta als usuaris	
				Fa massa calor?	Fa massa fred?

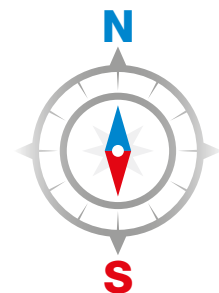
<sup>2</sup> En cas la vàlvula termostàtica no mostri els graus, indicar el grau d'obertura (temperatura màxima o mínima).

b) Anota la temperatura exterior \_\_\_\_\_

Quants graus de diferència hi ha entre la temperatura exterior i la temperatura mínima enregistrada al centre? I entre l'exterior i la màxima?

c) Dibuixeu en el plànol del vostre centre i situeu aquelles aules/espais “massa freds” i els “massa calorosos”. Encercleu o pinteu de vermell els “punts calents” i en blau els “punts freds”:

d) Orienteu el mapa, situant el nord i el sud. Les zones més fredes a l'hivern i més “fresques” a l'estiu es situen al Nord o al Sud de l'edifici? Sabríeu explicar per què?



e) Anoteu altres elements del centre que poden influir en la temperatura: material de construcció, zones d'ombra... i possibles solucions a problemes que identifiqueu.



## Escalfo com una bombeta de 100 watts

Hi ha quatre maneres d'escalfar un espai tancat, sabries enumerar-les?

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_



### Què fan aquests pingüins?

*resposta:* Els pingüins formen un cercle per mantenir l'escalfor, passada una estona, els situats a la part externa del cercle passen a dins per entrar en calor. S'escalfen en equip i així sobreviuen a les baixes temperatures.



Efectivament! una de les maneres d'escalfar un espai és la calor humana, és a dir, cadascú de nosaltres emet calor, diuen que més o menys, igual que una bombeta de 100W de potència. Us proposem un experiment per comprovar-ho.

**Material necessari:** Un termòmetre i un llapis per apuntar.

### Passes a seguir

- Seleccioneu dues aules de l'escola on fareu l'experiment, a poder ser una al costat de l'altra i amb les mateixes condicions (mida, orientació, llums encesos o apagats, climatització encesa o apagada). Una ha d'estar buida i l'altra serà on impartiu la classe (recordeu que és molt important que una de les aules estigui buida).
- Abans de començar la classe, aneu a l'aula buida i preneu la temperatura amb el termòmetre, mesureu la temperatura d'un punt (el centre de la classe, al costat de la pissarra...haurà de ser el mateix punt per a les dues aules).
- Ara, aneu a la vostra aula a fer la classe. Un cop acabada la classe, anoteu la temperatura de l'aula en el mateix punt on l'havíeu pres a l'aula buida (el centre, al costat de la pissarra...).

a) Anoteu les els resultats de les mesures a la taula següent:

Aula 1		Aula 2	
Hora	Temperatura (C°)	Hora	Temperatura (C°)

b) Responen a les qüestions següents:

- Les temperatures són iguals? Quina és més alta? Per què?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- A quina de les dues aules ha augmentat més la temperatura?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- Creus que aquest experiment demostra que les persones escalfem?

# Comprovador i mesurador de bombetes

El comprovador de bombetes mesura la tensió de la xarxa (V), la potència de les bombetes (W) i el seu factor de potència (%), així, podrem:

- verificar si la bombeta funciona i la seva qualitat;
- verificar la qualitat de la línia elèctrica;
- saber si la bombeta té pèrdues per energia reactiva o “embruta” la xarxa (factor de potència).
- comparar l'eficiència entre els diferents tipus i marques de bombetes.

Unitat de mesura:

**V** Volt representa la **tensió** elèctrica

**f.d.p** factor de potència representa el % de **pèrdues elèctriques (cosinus de  $\varphi$ )**

**W** Watts representa la **potència**



**GU10**  
Tipus  
ull de bou



**E-14**  
Tipus  
rosca petita



## Funcionament

- Endollar l'aparell a la corrent, un cop endollat engegar-lo (ON), l'aparell indica de seguida la tensió de la xarxa (voltatge). La tensió de la xarxa correcta sol estar entre els 220 i 240 V.
- [PRECAUCIÓ] Posar-se els guants (de cotó) abans de manipular les bombetes per no cremar-nos els dits amb les bombetes que generen calor (incandescent i de baix consum) i a més, evitar embrutar les bombetes. No utilitzar guants de llana.
- [PRECAUCIÓ] No permetre que els infants manipulin les bombetes, per evitar cremades als dits.
- S'inclouen dos adaptadors per les bases de bombeta E-14 (rosca petita) i base GU10 (tipus ull de bou). Per a les bombetes de rosca estàndard (tipus incandescent) es connecta directament.
- El factor de potència no dóna el resultat en percentatge, per obtenir-lo en tant per cent només multiplicar el valor que apareix per 100.
- Si es fa la prova amb bombetes del centre, es recomana no emprar bombetes de més de 100 W i de fins a 230 V.
- És interessant comprovar els resultats per una mateixa tipologia de bombeta però de marques diferents (amb CEE o sense...). La qualitat de la bombeta és important.

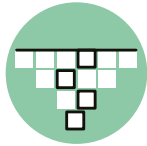
## Dades de referència

### Pel que fa a la tensió elèctrica (V)

Segons el Reglament Electrotècnic de baixa tensió (2003), la tensió normalitzada a les llars és de 230 V. Si al connectar una bombeta la tensió de la xarxa baixa per sota de 180 V indica que la instal·lació elèctrica té pèrdues (en el mateix cablejat), cosa que succeeix en instal·lacions antigues.

### Pel que fa al factor de potència (f.d.p.)

Factor de potència	Pèrdua a la xarxa	
100%	Cap pèrdua (situació idònia)	Les incandescents solen donar un f.d.p. = 1, ja que no consumeixen energia reactiva. Cal tenir en compte que no són les més eficients, ja que part de l'energia que consumeixen la transformen en calor.
Entre un 80-99%	Tolerable	Les de baix consum solen tenir pèrdues associades al consum de l'energia reactiva (el consum de l'arrencada), però té millor rendiment energètic, és a dir, generen la mateixa llum que les incandescents consumint menys energia. Els LED de qualitat es troben en aquest rang, no pas per pèrdua de reactiva sinó perquè funcionen amb electrònica commutada (encén- apaga en microsegons i genera pèrdues).
Inferior al 80%	Alt	En aquest rang es troben les bombetes de baixa qualitat (de qualsevol tipus).



## Perdent energia a la xarxa

**Sabies que els LED no són bombetes?** LED són les sigles en anglès de “light-emitting diode” (díode emissor de llum), que funcionen amb un gas luminiscent.

De la mateixa manera que una canonada d'aigua o l'aixeta poden perdre aigua, les línies elèctriques i les mateixes bombetes també poden perdre energia. Aquest fet passa desapercebut fàcilment perquè no ho veiem. El tester o comprovador de bombetes ens dóna la informació necessària per saber quin percentatge d'energia es perd, la qualitat de la bombeta i de la línia elèctrica...

Us proposem prendre les mesures necessàries per a determinar si les bombetes que fem servir normalment perden energia a la xarxa o si consumeixen l'energia de forma eficient.

**Material necessari:** Un comprovador de bombetes, bombetes, guants de cotó i llapis.

Passes a seguir	Valors de referència								
<ul style="list-style-type: none"> <li>Anoteu els resultats de les diferents bombetes.</li> <li>Ompliu el quadre de sota, valorant la pèrdua d'energia i l'eficiència de les bombetes.</li> </ul>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nivell de pèrdues</th> <th>Factor de potència (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alt</td> <td>&lt; 80 %</td> </tr> <tr> <td>Tolerable</td> <td>80 - 99%</td> </tr> <tr> <td>Cap</td> <td>100 %</td> </tr> </tbody> </table>	Nivell de pèrdues	Factor de potència (%)	Alt	< 80 %	Tolerable	80 - 99%	Cap	100 %
Nivell de pèrdues	Factor de potència (%)								
Alt	< 80 %								
Tolerable	80 - 99%								
Cap	100 %								

a) Ompliu el quadre següent:

Tipologia de bombeta	Dades del comprovador de consum i bombetes			Nivell de pèrdues (en funció del factor de potència)			Nivell d'eficiència	
	Tensió de la xarxa (V)	Potència bombeta (W)	Factor de bombeta (W)	Alt (<80%)	Tolerable (80-99%)	Cap (100%)	S'escalfa	No s'escalfa

NOTA: Les bombetes que s'aporten són noves i el seu flux lluminós encara no té depreciació. És interessant fer la prova amb una bombeta del vostre centre, ja que el flux lluminós de les bombetes antigues cau i dóna com a resultat que la potència que indica la bombeta (per exemple, 40 W), no serà la mateixa que indiqui el mesurador de bombetes (que serà menor).

b) Us heu trobat una bombeta eficient però que té pèrdues d'energia? quina conclusió faríeu.

c) El fet que una bombeta sigui de baixa eficiència vol dir que no té pèrdues d'energia? o potser té més relació amb la transformació d'energia en calor i no en llum?



# Termòmetre d'infrarojos

El termòmetre d'infrarojos mesura la temperatura utilitzant la radiació emesa pels objectes.

Amb les dades que recopileu podreu valorar:

- el bon funcionament de la calefacció;
- pèrdues de calor per portes i finestres;
- aparells endollats innecessàriament...

i determinar accions per a millorar l'eficiència i l'estalvi.

Unitat de mesura:  graus Celsius



## Funcionament

- Obrir el compartiment de la pila i col·locar la pila que es subministra.
- Només cal apuntar amb el làser al punt on es vol prendre la mesura i prémer el botó de "disparar". El dibuix del làser ha de ser més petit que l'objecte.
- No apuntar al ulls directament, ni a superfícies reflectants.
- No pren mesures a través d'un vidre, ni de superfícies brillants o transparents.
- Es poden mesurar objectes i persones en moviment, així com els aliments (mentre s'estan cuinant) o a la nevera...
- Per comparar la temperatura dels aparells que mesurem en relació a la temperatura ambient, podem fer servir el termòmetre estàndard.
- Després d'apagar l'aparell cal treure-li la pila.

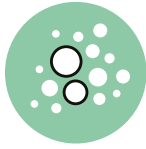
## Dades de referència

Dades de referència de la transmitància tèrmica:

Entre el 25 i el 30% de la necessitat de calefacció es genera per la pèrdua de calor a través de les finestres. La transmissió tèrmica (U)\* de diferents tipus de vidre és:

- vidre simple: 5,8 W/m<sup>2</sup> °C
- vidre doble: 3,4 W/m<sup>2</sup> °C
- vidre estàndard: 4/6/4 W/m<sup>2</sup> °C

\*menor valor implica millor capacitat aïllant.



## Fem l'energia visible als nostres ulls

**Sabies que** amb un termòmetre d'infrarojos de llarga distància pots mesurar la temperatura del núvols?

Vols fer l'energia visible i millorar l'eficiència energètica de la classe i l'escola? Per exemple, teniu identificat algun radiador que no funcioni o alguna finestra que no tanqui bé?

Si això passa implica una despesa energètica important, a més d'una disminució del confort tèrmic. Prendrem la temperatura de diversos punts de l'aula per a observar com s'escola el fred per les finestres, portes i els punts febles de la instal·lació de calefacció.

**Material necessari:** Un termòmetre d'infrarojos, un termòmetre de sonda i llapis de colors.

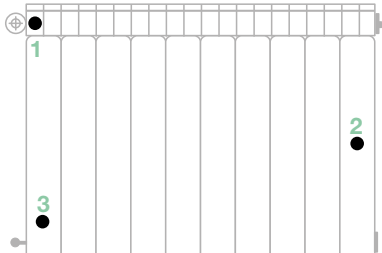
### Passes a seguir

- Analitzeu les pèrdues d'energia que hi ha a la vostra classe en la climatització (radiadors) i els tancaments (finestres o balcons i portes).
- Dibueixeu la vostra classe identificant les zones de calor i fred (un dibuix termogràfic).
- Identifiqueu els punts febles i les millores energètiques a aplicar.

### Climatització

a) Preneu la temperatura a diversos punts del radiador<sup>3</sup> i anoteu-les:

	Punt 1	Punt 2	Punt 3
Nombre de radiadors			
T°C de la classe (mesurar-la amb el termòmetre de sonda)			
Temperatures radiador 1			
Temperatures radiador 2			
Temperatures radiador 3			
Temperatures radiador 4			
Temperatures radiador 5			



b) Tots els radiadors tenen la mateixa temperatura? un mateix radiador té diferents temperatures (punts més freds i punts més calents?) A què es deu? què cal fer per arreglar-ho?

c) Veus els conductes de la calefacció a la classe? Pots seguir-los i prendre la temperatura a diferents punts per identificar si hi ha espais on s'hi acumula l'aire. Fins i tot, podem arribar a la sala de les calderes i prendre mesures en col·laboració amb l'agutzil.

<sup>3</sup> Abans de fer l'activitat, es recomana comprovar quins són els punts del radiador més calents (normalment a l'inici del circuit) i els quins són els més freds i mesurar-los durant l'activitat per comparar la diferència entre els diferents punts. Els punts de mesura han de ser un a l'entrada d'aigua, un a la sortida i un altre en un punt aleatori del radiador.

## Tancaments

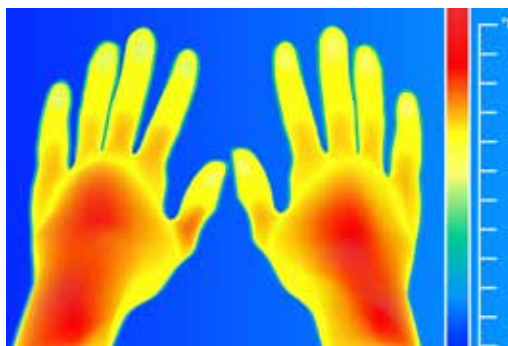
		°C	
Nombre finestres i balcons		T°C finestra / balcó 1	
T°C exterior*		T°C finestra / balcó 2	
T°C de la classe (mesurar-la amb el termòmetre de sonda)		T°C finestra / balcó 3	

\*la temperatura exterior es pot mesurar amb el termòmetre de sonda

a) Hi ha alguna finestra que no tanqui bé? Deixeu les finestres obertes perquè tenguin calor a l'hivern?

b) Quina diferència de temperatura hi ha entre la t°C exterior i les de les finestres? i entre la de la classe i les finestres? Quines accions proposeu per a millorar l'aïllament de la classe?

c) Una càmera termogràfica mostra a la pantalla una imatge segons la calor que emet un cos. Us proposem que, amb ajuda del termòmetre d'infrarojos, feu un **dibuix termogràfic** de la vostra aula. Feu un croquis de l'aula (tenint en compte les finestres i portes) i pinteu per colors seguint la següent escala de temperatura (colors blaus per temperatures més fredes i els colors més càlids per les calentes). Després, analitzeu les diferències entre les diverses mesures preses i proposeu millores pels punts més febles.



# Wattímetre d'endoll

El wattímetre d'endoll **mesura el consum d'electricitat** instantani que realitza un aparell electrònic, tant quan està funcionant com quan està apagat (però endollat al corrent de subministrament elèctric). Amb les dades que recopileu podreu:

- avaluar l'eficiència dels aparells elèctrics i electrònics;
- saber la potència de cada aparell;
- detectar el consum fantasma dels ordinadors, pissarres digitals o aparells en stand-by.

Unitat de mesura:  **Kilowatts**



## Funcionament

- Endollar el wattímetre entre l'equip a mesurar i l'endoll de presa de corrent. La sensibilitat mínima que l'aparell capta és de 0,25W.
- El wattímetre d'endoll facilita la següent informació a temps real d'interès per a l'activitat: potència (kW), consum (kWh) i els costos econòmics (€).
- El wattímetre també facilita el voltatge, la corrent i la freqüència de la xarxa elèctrica i altres dades que per la seva complexitat, no s'empren en aquesta activitat.
- Per apagar l'aparell només cal desendollar-lo de la corrent.

## Dades de referència

S'estima que el consum mitjà d'un aparell en standby és de 5 W (font: OCU).

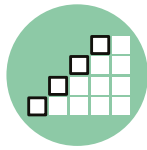
Aparell	Consum standby estimat (W)
Ordinador	5
Portàtil	4
Televisió	2
Impressora	8

Valors estimats segons l'OCU, que poden variar en funció de marques i models.

## Regulació del consum de l' standby dels aparells elèctrics i electrònics (AEE)

El 7 de gener de 2010 va entrar en vigor el Reglament núm. 1275/2008 que afecta tots els països europeus

**Sabies que** els aparells connectats innecessàriament consumeixen l'11% de l'energia a la UE.



## El nostre consum, la nostra responsabilitat

Sabries dir si l'ordinador o la pissarra digital consumeixen energia mentre no l'esteu fent servir?

Sí! **Els aparells en repòs o apagats consumeixen energia.** És un consum que passa desapercebut però va sumant i pot representar una despesa energètica important.

**Prendrem la mesura de diversos aparells apagats, en standby i en funcionament** per observar la diferència de consum i proposarem mesures per evitar una despesa innecessària.



### Quina relació pot haver entre un vampir, un fantasma i l'standby dels aparells elèctrics i electrònics?

*resposta:* consum fantasma o vampíric.



**Material necessari:** Un wattímetre d'endoll, una calculadora, un termòmetre d'infrarojos i un llapis.

#### Passes a seguir

- Mesureu el consum energètic de tots els aparells elèctrics i electrònics (AEE) de la classe: estiguin apagats, standby o encesos.
- Compareu el consum d'un mateix aparell encès, en standby o apagat.

**a)** En aquesta primera part de l'exercici mesurarem el consum dels aparells elèctrics i electrònics (AEE) d'una classe (ordinadors, pantalla digital, estufes elèctriques,...). Amb aquest objectiu, anotarem tots els aparells, tenint en compte si estan encesos, en stand by o apagats, mesurarem la seva potència i calcularem el seu consum durant una hora (temps de durada d'una classe).

En cas que hi hagi molts AEE iguals (com pot passar amb els ordinadors), els anotarem junts en funció de si estan encesos, en stand by o apagats, per després calcular la seva potència i consum en conjunt. En cas que un aparell pugui estar apagat una estona de classe i encès una altra, anotarem el temps i la potència mentre està apagat i el temps i la potència mentre està encès.

exemple:

Nom de l'AEE	Nre. d'aparells	Estat de l'AEE	Potència (W)	Temps (fraccions d'una hora)	Consum energia (kWh) [potència x temps]
Aparell AEE <i>Pissarra digital</i>		<i>Funcionant</i>	<i>2</i>	<i>30 minuts</i> (0,5 fracció d'una hora)	<i>[2kW x 0.5h]</i> <i>1 kWh</i>
		Stand by			
		<i>Apagat</i>	<i>0</i>	<i>30 minuts</i> (0,5 fracció d'una hora)	
Aparell AEE 1		Funcionant Stand by Apagat			
Aparell AEE 2		Funcionant Stand by Apagat			
Aparell AEE 3		Funcionant Stand by Apagat			
Aparell AEE 4		Funcionant Stand by Apagat			
Aparell AEE 5		Funcionant Stand by Apagat			
Aparell AEE 6		Funcionant Stand by Apagat			

**b)** Amb les dades que heu anotat, teniu la informació necessària per calcular el consum energètic total durant una hora de classe. Anoteu el resultat (suma de tots els consums - tant dels aparells encesos com dels aparells en standby).

**c)** Quins aparells hi ha en standby a l'aula? Quanta energia estalviaríem si estiguessin apagats?

**d)** Proposeu mesures per reduir el consum a l'aula:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_

# Sonòmetre

El sonòmetre mesura la pressió del so en un espai i moment determinat. Amb les dades que recopileu podreu saber si feu molt de soroll al centre i verificar la contaminació acústica.



## Funcionament

- Prémer el botó ON/OFF durant un segon per engegar l'aparell.
- S'ha de prendre la mesura entre 1 - 1,5 m de la font sonora a mesurar.
- Es poden prendre mesures tant en un lloc tancat com en un espai obert.
- Cal tenir especial atenció amb el coixinet del micròfon, es pot perdre fàcilment.
- Prémer 3 segons el botó MAX/MIN per consultar el valor màxim enregistrat i pulsar lleugerament per consultar el valor mínim. Per sortir d'aquesta funció cal mantenir pulsat el botó MAX/MIN durant 3 segons.
- Pulsar lleugerament el botó ON/OFF per activar la retroil·luminació.
- Prémer el botó ON/OFF durant 3 segons per apagar l'aparell. Després de 15 minuts de no fer-lo servir, s'apaga sol.

## Dades de referència

Segons el Decret 176/2009, de 10 de novembre, pel qual s'aprova el Reglament de la Llei 16/2002, de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica (ANNEX B):

### Valors límit d'immissió<sup>4</sup> per als espais interiors amb finestres tancades

Espai	Dia(dB)	Nit(dB)
Dormitoris	30	25
Sales d'estar	35	30
Oficines	35-40	35-40
Centres sanitaris	35-40	25-30
<b>Centres educatius</b>	<b>35-40</b>	<b>35-40</b>

<sup>4</sup> Immissió: presència d'un component (soroll, en aquest cas) existent en el medi, susceptible d'afectar els organismes vius.

\* Dia: de 7 a 23 hores.

\* Nit: de 23 a 7 hores.

### Valors límit d'immissió segons l'ús de les zones per als espais exteriors o interiors amb finestres obertes

Ús de la zona	Dia (dB)	Nit (dB)
<b>Sensibilitat acústica alta</b> (sanitari, residencial, docent, cultural i altres)	50-55	40-45
<b>Sensibilitat acústica moderada</b> (residencial i altres)	60*	50
<b>Sensibilitat acústica baixa</b> (industrial, recreatius i espectacles)	63*-65	53-55

\* Per a les activitats existents i en zones urbanitzades, el límit s'incrementa en 5 dB.





## Contaminació acústica al centre

A classe, és difícil que hi hagi silenci... el més habitual és que parlem i que el professor/a pugui la veu perquè l'escoltem, generant encara més soroll. A més, hi ha altres moments molt sorollosos (canvi de classe, el pati...), que també provoquen manca de concentració. Us proposem mesurar el grau de contaminació acústica del centre:

### Passes a seguir

- Preneu 3 mesures d'un mateix moment i calculeu la mitjana.
- Determineu si en aquest moment es genera so, soroll o silenci.
- Identifiqueu les fonts d'emissió principals: qui / com es genera el so.

### Valors de referència dins el centre

< 55/60 dB	so
>60-65 dB	soroll
>120 dB	lindar del dolor

Quin aparell de mesura necessitem?

Sorollòmetre  Sonòmetre   
Cridòmetre

A l'estiu podeu prendre les mesures també amb les finestres obertes i comparar

Moment i espai	Mesura (dB)			Mitjana mesures	Escala (so, soroll)	Fonts d'emissió
	Mesura 1	Mesura 2	Mesura 3			
<i>exemple</i>	<i>80</i>	<i>72</i>	<i>65</i>	<i>72</i>	<i>soroll</i>	<i>crits</i>
Aula (al canvi de classe)						
Aula (durant una classe)						
Aula (tothom en silenci!)						
L'hora de pati						
Una reunió a la sala dels profes						
Classe de música						
Menjador, bar, cantina...						
Biblioteca						
Passadís (quan no hi ha ningú)						
Passadís (al canvi de classe)						
Conversa entre amics						
Des de la finestra						

**Sabies que** el soroll és la primera causa de la pèrdua auditiva?

a) Quin d'aquests espais és el més silenciós? i el més sorollós?

b) Basant-te en les dades recollides, diries que la contaminació acústica del teu centre és...

- \_\_\_ baixa (gairebé no hi ha soroll)
- \_\_\_ mitja (només hi ha soroll en moments puntuals)
- \_\_\_ alta o molt alta (hi ha més soroll que so)

c) La font d'emissió és la font del soroll (pot ser la cadira, els crits...).  
Quines són les principals fonts d'emissió de sorolls?

Font d'emissió 1: \_\_\_\_\_

Font d'emissió 2: \_\_\_\_\_

Font d'emissió 3: \_\_\_\_\_

d) Quines accions proposaries per a disminuir la contaminació acústica?

Acció 1: \_\_\_\_\_

Acció 2: \_\_\_\_\_

Acció 3: \_\_\_\_\_

e) Ja són moltes les escoles que han dut a terme accions per evitar el soroll provocat per les cadires... tot posant-li sabates a mida. Fixa't en la imatge:

Sabries dir de què estan fetes aquestes sabates?



Font: Escola Rosella  
(<http://blocs.xtec.cat/soroll>)

Creus que seria una bona iniciativa al vostre centre?



**És diumenge al matí i la Martina té moltíssima son... és ben estrany, s'ha despertat fa poc i normalment té molta energia... saps que pot haver passat?**

- \_\_\_ a) ahir la nit va mirar una peli fins tard.
- \_\_\_ b) els veïns feien una festa al carrer, amb tan de soroll que no podia dormir.
- \_\_\_ c) va fer una excursió nocturna.

La falta de son afecta la nostra capacitat d'atenció, la recuperació de la memòria i l'aprenentatge, entre altres.





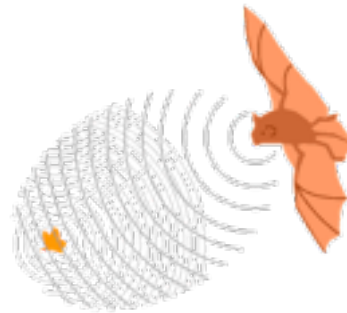
## Sons naturals, sons culturals

No tots els sons són iguals, ni ens agraden de la mateixa manera i, encara més, no tots són iguals de beneficiosos. Ens acostumem als sons que ens envolten a l'escola, a casa i al carrer, ja que són els espais més habituals per a nosaltres. Els sons que ens envolten en el nostre dia a dia configuren l'ambient sonor cultural. Els ambients sonors naturals són aquells on predominen els sons que procedeixen d'elements naturals.

**Material necessari:** Un sonòmetre i un llapis.

### Passes a seguir

- Escolteu amb atenció els sons i identifiqueu de què es tracta.
- Anoteu si us resulten agradables o desagradables.
- Poseu en comú els sons i les vostres sensacions.



**a)** Fes silenci i estigues molt atent... Anota a la taula els diferents sons que escoltes i les seves característiques...

So [nom del so]	So natural	So cultural	Agradable	Desagradable
So 1:				
So 2:				
So 3:				
So 4:				
So 5:				
So 6:				
So 7:				
So 8:				
...				
...				
...				

**a)** Quins sons us han resultat més agradables? els sons culturals o els naturals? Per què?

**Nota pels mestres:** Aquesta activitat s'ha d'acompanyar de sons ja triats, es proposa cercar els següents sons: dofins, música clàssica, heavy metal, un cotxe en marxa, una conversa en un bar, un ocell, les onades del mar... Alguns recursos on line per a la cerca de sons són:

- efectes sonors: <http://xtec.gencat.cat/ca/recursos/media/radio/biblioteca/efectes/>
- recopilatori de sons: <https://www.youtube.com/watch?v=zDvsffsAE4s>
- sons de la natura: <https://www.youtube.com/watch?v=noQTK4mOml>
- Blog de so i soroll a l'escola Rossella: <http://blocs.xtec.cat/sosoroll/>

# Solarímetre

El solarímetre mesura la radiació solar (RS) global exacta de forma ràpida i senzilla. Aquesta dada és de gran utilitat per a orientar i dimensionar correctament la instal·lació de plaques solars al centre. Així doncs, el solarímetre permet saber el nombre de plaques necessàries per abastir el centre, la seva orientació i angle òptim.

Unitat de mesura: **W/m<sup>2</sup>** potència energètica per unitat de superfície



## Funcionament

- Col·locar la pila al lloc corresponent i prémer el botó ON/OFF per engegar l'aparell. Només cal apuntar el solarímetre (la boleta blanca) cap al sol.
- Per saber l'angle d'incidència, cal col·locar el sensor en una superfície inclinada.
- Pulsar el botó W/m<sup>2</sup> per obtenir les dades en unitat de superfície.
- Si la pantalla mostra "199,9" o "OL" vol dir que està fora d'escala. Prémer "R" per canviar-la.
- Els dies núvols, es mesura la radiació solar difusa. En els dies clars, la radiació solar directa és molt més gran.
- L'ídoni és fer un recull de dades diari durant un curs escolar.
- No fer ombra al sensor en el moment de prendre les mesures.
- Prémer el botó ON/OFF per apagar l'aparell i treure la pila.

## Dades de referència

### Dades de referència hora a hora, 365 dies l'any

El Servei Meteorològic de Catalunya (Meteocat) publica les dades de radiació solar de les seves estacions meteorològiques automàtiques dia a dia. Podeu consultar les dades de l'estació més propera al vostre municipi i comparar-la amb els vostres resultats del dia, seguint la ruta:

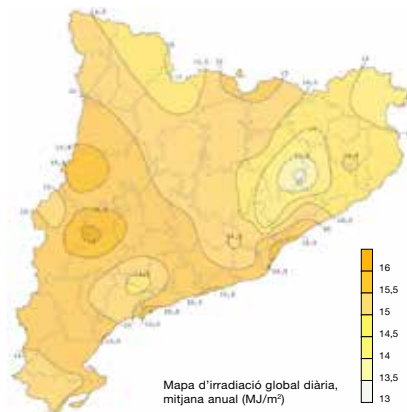
<http://www.meteo.cat/observacions/xema/dades> i anar a la pestanya "Dades de període" i consultar la columna: RS (W/m<sup>2</sup>)

### Valors mitjans a la província de Barcelona

Segons l'Atles de Radiació Solar de Catalunya, la radiació solar mitjana anual a Catalunya és de 14,5 MJ/m<sup>2</sup>dia, variant molt en funció de la zona i de l'estació de l'any.

Per a la província de Barcelona els valors mitjans...

- diaris en base anual: 14-15 MJ/m<sup>2</sup>dia
- el mes de febrer: 9-9,5 MJ/m<sup>2</sup>dia
- el mes d'agost: 19-20 MJ/m<sup>2</sup>dia





## El sol com a font d'energia renovable!

L'energia solar és la principal font energètica de totes les energies conegudes. Per a aprofitar la radiació solar incident a l'escola es podrien instal·lar plaques fotovoltaïques i així transformar la llum del sol en electricitat verda o renovable (que no genera contaminants). Prendre mesures amb el solarímetre ens ajudarà a dimensionar la instal·lació de plaques fotovoltaïques.

**Material necessari:** Un solarímetre, una brúixola i un llapis.

### Passes a seguir

- Mesurar la radiació solar des del mateix punt.
- Mesurar la radiació solar cada hora (si és possible), sinó les hores que puguem.
- Observar la direcció cardinal de la presa de les mesures-orientació.

### Valors de referència

- Mínim: 0 W/ m<sup>2</sup> (nit)
- Màxim: ~ 900W/ m<sup>2</sup> (a Barcelona província)
  - a l'estiu entre 14:30-15:00 h, UTM
  - a l'hivern entre 13-13:30 h, UTM

a) Amb les indicacions anteriors, omple la taula següent:

Mes (i estació) de l'any: ..... Orientació de l'edifici: .....

Radiació solar instantània (W/m <sup>2</sup> )						
Hora	Data 1:	Data 1:	Data 1:	Data 1:	Data 1:	Suma dels 5 dies
8:00 h						
9:00 h						
10:00 h						
11:00 h						
12:00 h						
13:00 h						
14:00 h						
15:00 h						
16:00 h						
17:00 h						
18:00 h						
19:00 h						
20:00 h						
<b>PROMIG</b>						

b) Quina és la irradiació solar diària al vostre centre?

**Sabies que** l'energia irradiada pel Sol en un segon és molt més abundant que la consumida per tota la humanitat, des de la creació de la Terra fins els nostres dies?

c) Omple el gràfic amb les dades obtingudes.



d) Observa i compara els dibuixos de cadascun dels dies. Quines característiques tenen en comú? A quina hora del dia rebem més radiació solar?

e) Si funciona durant 3 hores, quants kWh produeix? I quin és l'estalvi econòmic si considerem que 1kWh són 0,26€?

---

## Més informació i contacte:

*Gerència de Serveis de Medi Ambient*



**Diputació  
Barcelona**

| #DibaOberta

[www.diba.cat/mediambient](http://www.diba.cat/mediambient)  
[recursosambientals@diba.cat](mailto:recursosambientals@diba.cat)