



Guia de consulta de la maleta

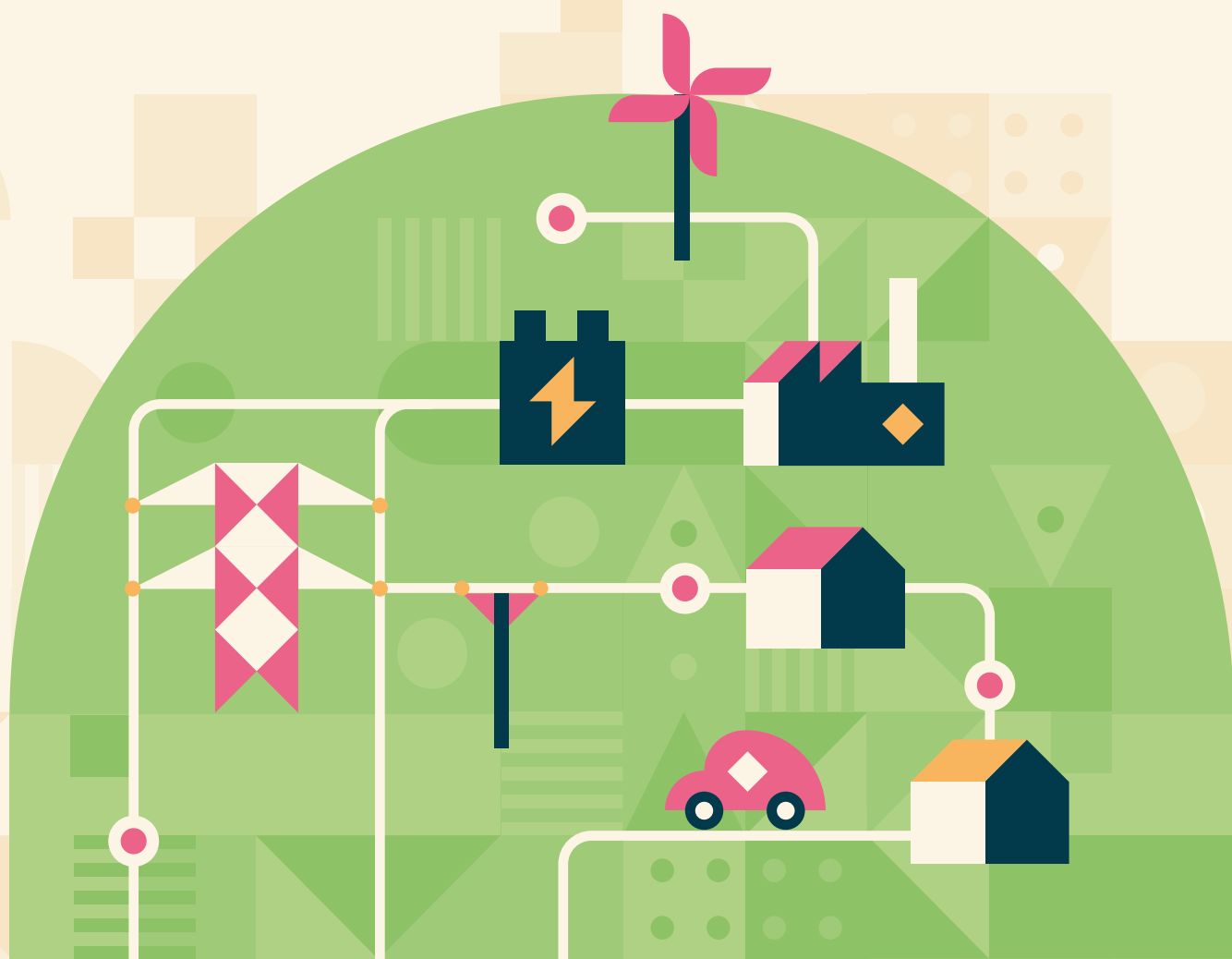
Explora, experimenta i aprèn sobre l'energia i la sostenibilitat energètica

Educació Secundària



Índex

Introducció	3
Coneix Gara OpenLAB	3
Objectius de la maleta interactiva	4
Introducció al currículum operatiu	5
Com utilitzar la maleta Gara OpenLAB?	6
Contingut dels experiments	8
Experiment 1: Mesura del consum elèctric	8
Experiment 2: Mesures d'aïllament tèrmic	15
Experiment 3: Generació d'energia solar fotovoltaica	20
Experiment 4: L'hidrogen com a vector energètic	25
Experiment 5: Eficiència energètica i confort tèrmic	32



Introducció

La **maleta Gara OpenLAB** és un conjunt de recursos materials interactius dirigits a Educació Primària, Educació Especial i Educació Secundària per a l'ensenyament i aprenentatge de continguts relacionats amb l'energia i la sostenibilitat energètica. L'objectiu és mostrar les solucions energètiques actuals gràcies al treball realitzat per les diferents línies d'investigació de l'IREC (Institut de Recerca en Energia de Catalunya).

Aquesta guia té com a finalitat oferir al professorat una sèrie de propostes per estimular la participació ciutadana i transmetre, de manera lúdica i dinàmica, continguts que explorin i facilitin que l'alumnat de 2n i 3r de secundària (ESO) compregui la importància de l'energia i la transició energètica en el món actual, empoderant les futures generacions i tenint en compte el currículum escolar de cada etapa.



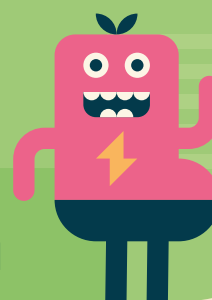
Coneix Gara OpenLAB

Gara OpenLAB és un projecte educatiu de divulgació científica innovadora presentat per l'IREC, que compta amb l'assessorament d'ESCIENCIA i la col·laboració d'Eduxarxa i professorat especialista en didàctica de ciències experimentals del Departament d'Educació Lingüística, Científica i Matemàtica de la Universitat de Barcelona. Neix amb la intenció de mostrar les solucions energètiques actuals gràcies al treball realitzat per les seves diferents línies d'investigació.

Gara OpenLAB és una iniciativa dissenyada per convertir la curiositat en acció. A través d'aquestes maletes interactives, volem que els alumnes experimentin, en primera persona, com funcionen conceptes com l'eficiència energètica i la qualitat de l'aire.

Aquesta maleta està plena de recursos, experiments i activitats perquè l'aprenentatge sigui més que teoria: una aventura científica! Gara OpenLAB no només busca ensenyar conceptes, sinó inspirar a pensar de manera crítica, reflexionar sobre com fem servir l'energia i com prendre decisions responsables amb el nostre entorn.

Si vols conèixer altres recursos educatius del projecte Gara, consulta la nostra pàgina web



Objectius

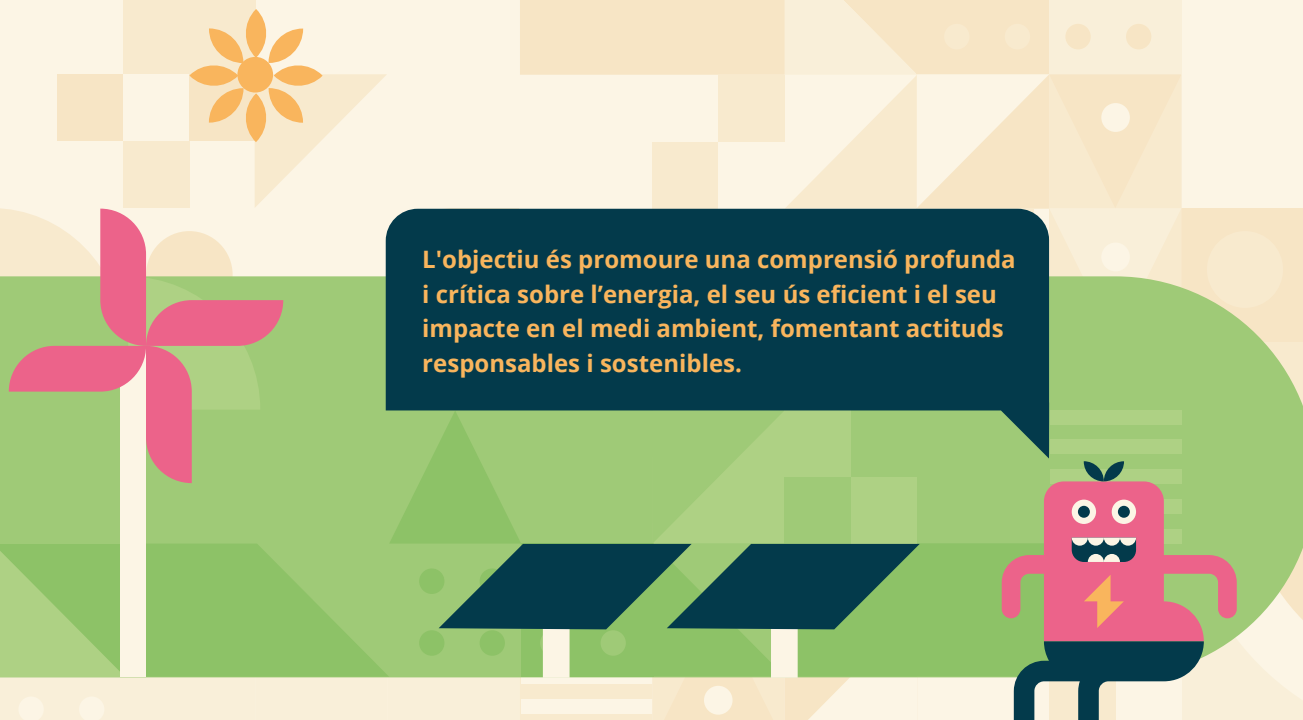
Les maletes interactives de Gara OpenLAB estan dissenyades perquè l'aprenentatge científic cobri vida a l'aula, adaptant-se a diferents nivells educatius i necessitats. A través d'activitats pràctiques i dinàmiques, busquem complir els següents objectius:

Objectiu general:

- ◆ Promoure una comprensió profunda i crítica sobre l'energia, el seu ús eficient i el seu impacte en el medi ambient, fomentant actituds responsables i sostenibles.

Objectius específics:

- ◆ Despertar la curiositat científica: mitjançant experiments i dinàmiques, acostem conceptes complexos com l'eficiència energètica de manera comprensible i divertida.
- ◆ Fomentar el pensament crític i creatiu: incentivem l'alumnat a formular preguntes, analitzar dades i proposar solucions innovadores per a problemes quotidians relacionats amb la sostenibilitat.
- ◆ Desenvolupar competències científiques: adaptant cada activitat al nivell educatiu, promovem habilitats com l'observació, el raonament lògic i la interpretació de resultats.
- ◆ Facilitar la integració curricular: les activitats estan alineades amb els objectius del currículum educatiu per garantir-ne la rellevància pedagògica.
- ◆ Promoure l'acció i la reflexió: cada activitat inclou moments de debat i propostes per aplicar en contextos reals el que s'ha après en contextos reals.



L'objectiu és promoure una comprensió profunda i crítica sobre l'energia, el seu ús eficient i el seu impacte en el medi ambient, fomentant actituds responsables i sostenibles.

Introducció al currículum operatiu

D'acord amb el *"Currículum operatiu per a l'ensenyament de l'energia"* (2021) de l'Institut Català d'Energia, les competències sobre energia i transició energètica que l'alumnat ha de desenvolupar al llarg de l'escolaritat són les següents:

- 1 Conèixer i comprendre els processos d'obtenció, transferència i aprofitament de l'energia històrics i actuals, així com les seves problemàtiques i implicacions en l'àmbit científic, tecnològic, social i ambiental.
- 2 Actuar i prendre decisions raonades a favor d'una obtenció i ús de l'energia més sostenible, segura i assequible a escala local, nacional i mundial.
- 3 Ser capaç d'imaginar noves formes de relacionar-nos amb l'energia que siguin més sostenibles, segures i solidàries, i d'implicar-nos en processos de transformació del model actual.

Per això, hem seleccionat els següents conceptes bàsics:

- ◆ **Fonts d'energia i transició energètica**
- ◆ **L'energia en el desenvolupament de les societats**
- ◆ **Distribució i contractació d'energia**
- ◆ **Consum elèctric a la llar**
- ◆ **Climatització de la llar i de l'aigua**

Aquests conceptes es tradueixen en els següents continguts curriculars per a 2n i 3r de la ESO:

2^{on} ESO

- ◆ L'energia i la seva relació amb el canvi.
- ◆ L'energia en la vida quotidiana.
- ◆ Processos de generació d'electricitat a partir de diferents fonts d'energia. Energies renovables i no renovables. Energia elèctrica i sostenibilitat.
- ◆ Anàlisi dels elements naturals i antropogènics que influeixen en la configuració del paisatge.
- ◆ Valoració de les actuacions que contribueixen a la protecció del medi ambient.
- ◆ Estudi de diferents avenços tecnològics i científics i la seva repercussió en el món contemporani.
- ◆ Conservació i dissipació de l'energia en transferències energètiques. Rendiment de les transferències energètiques en la vida quotidiana.
- ◆ Elements d'un circuit elèctric i la seva simbologia: generadors, conductors, receptors i aparells de comandament i elements de protecció.
- ◆ Transferència d'energia en forma de calor, relació amb la variació de temperatura i canvis d'estat. Propagació de la calor (conducció, convecció i radiació). Materials aïllants i conductors en la vida quotidiana.
- ◆ Fonts d'obtenció d'energia i sostenibilitat. Mesures individuals i col·lectives d'estalvi energètic.

3º ESO

- ◆ Impactes de l'activitat humana sobre l'atmosfera, la hidrosfera i el sòl. Diferenciació entre contaminació i contaminants; impacte d'alguns contaminants
- ◆ Anàlisi d'alguns problemes ambientals relacionats amb 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 en l'entorn proper.
- ◆ Generació d'energia elèctrica a partir de diferents fonts i el seu impacte en el medi ambient.
- ◆ Màquines tèrmiques, ús de combustibles tradicionals i alternatius, i el seu impacte en el medi ambient.
- ◆ Els territoris, els recursos naturals i la seva distribució al món. Les activitats humanes i les grans àrees productives mundials. La distribució dels recursos al món. El desenvolupament sostenible.
- ◆ Cadenes energètiques. Canvis en l'energia útil i el treball.



Com utilitzar la maleta Gara OpenLAB?

La maleta Gara OpenLAB conté 5 experiments. Cada experiment ofereix una experiència educativa pràctica i adaptable, centrada en l'exploració científica i l'aprenentatge actiu.


Passos per treure el màxim profit de la maleta:

- ◆ Explora els materials i la guia didàctica. Obre la maleta i familiaritza't amb els materials que conté (consulta l'inventari). En aquesta guia trobaràs instruccions detallades, conceptes clau i propostes didàctiques per a cada experiment. Aquest és el teu punt de partida per planificar i personalitzar l'experiència per a la teva aula.
- ◆ Segueix l'ordre suggerit, o dissenya el teu propi itinerari. Cada experiment té una fitxa per a l'alumnat amb activitats organitzades per nivells de dificultat. Pots començar per les activitats introductòries i avançar cap als reptes més complexos, o seleccionar aquelles que millor s'adaptin als interessos i necessitats del teu grup.
- ◆ Adapta els experiments al teu alumnat. La guia inclou suggeriments específics per adaptar cada activitat segons l'edat, el nivell educatiu o les característiques particulars de la teva classe.
- ◆ Fomenta la reflexió i el diàleg. Després de cada experiment, reserva un temps per analitzar els resultats en grup. Utilitza les preguntes suggerides per debatre, aclarir dubtes i connectar el que s'ha après amb situacions quotidianes o problemàtiques globals, com l'estalvi energètic o la sostenibilitat.
- ◆ Repeteix, innova i experimenta. La ciència és un procés continu. Si sorgeix una nova idea o pregunta, torna a realitzar l'experiment! Convida l'alumnat a explorar variacions o aprofundir en temes relacionats. La maleta està pensada per inspirar la creativitat i l'aprenentatge autònom.
- ◆ Cuida el material i col·labora en la seva preservació. La maleta Gara OpenLAB és un recurs compartit que permet apropar la ciència a moltes aules. Assegura't de tornar-la en les mateixes condicions en què la vas rebre, notificant qualsevol incidència o falta de material. Gràcies per contribuir a que aquest recurs segueixi sent accessible i de qualitat.

Estructura dels experiments:

Per a cadascun dels experiments, en aquesta guia trobaràs els següents apartats:

- 1 Descripció:** En aquest apartat es presenta l'experiment de manera breu, destacant-ne el propòsit i la seva relació amb l'aprenentatge.
- 2 Materials necessaris:** Inventari detallat dels materials inclosos en la maleta i aquells addicionals que podrien ser útils. També s'especifica si hi ha elements que els estudiants poden portar de casa o buscar al seu entorn.
- 3 Conceptes teòrics:** Una explicació clara i breu dels principis científics en què es basa l'experiment, adaptada al nivell educatiu i presentada de manera atractiva i comprensible.
- 4 Activitats prèvies:** Dinàmiques per preparar l'alumnat abans de realitzar l'experiment, com explorar coneixements previs, generar preguntes clau que despertin la curiositat o contextualitzar el tema a la seva vida quotidiana o entorn.
- 5 Procediment:** Guia pas a pas per realitzar l'experiment, que inclou:
 - Instruccions clares i senzilles per preparar els materials i dur a terme l'activitat.
 - Indicacions que fomentin la participació activa de l'alumnat.
 - Recomanacions de seguretat per a l'ús adequat dels materials.
- 6 Activitats de reflexió:** Després de l'experiment, es proposen preguntes i activitats per analitzar i discutir els resultats. Aquest apartat té com a finalitat:
 - Promoure el pensament crític mitjançant preguntes com: "Què hem après sobre el consum d'energia?" o "Com podríem aplicar això a la nostra vida quotidiana?".
 - Relacionar els resultats amb problemes globals, com el canvi climàtic o l'eficiència energètica.
 - Proposar petits reptes per fomentar l'aprenentatge autònom (per exemple, calcular l'estalvi energètic si canviem totes les bombetes de casa per LED).
- 7 Recursos per a docents:** Aquest apartat ofereix eines i materials complementaris per enriquir l'activitat.



Si la teva escola o centre vol rebre una de les maletes de Gara OpenLAB, contacta amb nosaltres a scicomm@irec.cat

Contingut dels experiments

1 Experiment 1: Mesura del consum elèctric

Descripció

En què consisteix l'experiment?

Mesurar i comparar el consum elèctric de diferents bombetes i petits electrodomèstics que utilitzem diàriament per tal de conscienciar l'alumnat sobre la importància de l'energia elèctrica i el seu ús responsable. Aquest experiment busca ensenyar a interpretar les etiquetes d'eficiència energètica i reflexionar sobre l'impacte de les nostres decisions en el consum elèctric, el medi ambient i l'economia familiar.

Quins són els objectius?

- ◆ Comprendre com es mesura el consum elèctric i com aquest consum pot influir en les nostres decisions de compra.
- ◆ Reflexionar sobre els avantatges de l'eficiència energètica per a l'estalvi econòmic i la sostenibilitat.
- ◆ Proposar accions concretes per reduir el consum elèctric a la llar i al centre educatiu.

Per què és important?

- ◆ L'electricitat és una necessitat diària: saber com es consumeix ajuda a gestionar millor els nostres recursos.
- ◆ L'impacte ambiental: un menor consum elèctric significa menys emissions de gasos d'efecte hivernacle (quan l'energia prové de combustibles fòssils, com el petroli, el gas natural o el carbó).
- ◆ Les etiquetes d'eficiència energètica: triar productes eficients no només beneficia el medi ambient, sinó que també ajuda a reduir les factures d'electricitat a casa.

Què passarà a l'aula?

A través de les mesures de consum elèctric de les diferents bombetes i els diferents aparells, l'alumnat prendrà consciència de les diferències que poden existir en el consum d'utensilis quotidians.

Aquestes observacions els permetran reflexionar sobre com influeix el tipus de bombetes en el consum elèctric o el que implica el consum fantasma.

De manera més global, l'alumnat podrà entendre com influeixen les decisions sobre quins aparells comprem i les implicacions que tenen en el consum elèctric global d'una casa.

Materials necessaris

Materials inclosos en la maleta:

- ✓ Mesurador d'alimentació elèctrica.
- ✓ Bombetes: LED, de baix consum i incandescent.
- ✓ Portalàmpades amb interruptor.
- ✓ Targetes de consum d'alguns electrodomèstics.
- ✓ Fitxes de registre per l'alumnat (per fotocopiar), també descarregables a:
<https://www.irec.cat/ca/premsa-i-societat/divulgacio-i-societat/gara-fecyt/gara-openlab/>

Materials opcionals (a portar pel docent o l'alumnat):

- Petits electrodomèstics (carregador de mòbil, torradora, ventilador, batedora, làmpada de taula).
- Quadern i bolígraf.

Conceptes teòrics

- ◆ **Voltatge (V):** És una magnitud física que quantifica la diferència de potencial elèctric entre dos punts. Es mesura en volts (V).
 - ◆ **Intensitat de corrent (I):** És el flux de càrrega elèctrica que recorre un material. Es mesura en ampers (A).
 - ◆ **Potència (P):** És la quantitat de treball o energia transferida per unitat de temps. Es mesura en watts (W) o kilowatts (kW).
- $$P = V \cdot I$$
- ◆ **Consum elèctric:** Quantitat d'energia elèctrica utilitzada per un aparell o dispositiu en un temps determinat, mesurada en kilowatts-hora (kWh).
 - ◆ **Consum fantasma:** És el consum dels aparells elèctrics quan estan endollats, encara que no els estiguem utilitzant. Segons dades de l'Institut per a la Diversificació i l'Estalvi de l'Energia (IDAE), representa entre el 7% i l'11% del consum total anual de les famílies espanyoles.
 - ◆ **Eficiència energètica:** proporció d'energia utilitzada per un sistema per complir el seu propòsit. L'energia consumida que no contribueix a aquest objectiu generalment es perd com a energia tèrmica (calor). En el cas d'un aparell elèctric, l'eficiència s'aconsegueix mitjançant l'optimització de l'ús de l'energia, buscant obtenir el màxim rendiment amb el menor consum possible.
 - ◆ **Petjada de carboni:** És un indicador de la quantitat de gasos d'efecte hivernacle (principalment diòxid de carboni) que alliberem a l'ambient mitjançant les nostres accions. Generalment es mesura en kilograms o tones (kg; t).

Activitats prèvies

1. Distribució del consum elèctric a les llars catalanes.

- ◆ Demana als alumnes que, per grups, elaborin una llista dels aparells i dispositius que consumeixen energia elèctrica a l'aula o a casa i que els intentin agrupar segons el consum.
- ◆ Explica els conceptes teòrics clau i una pinzellada sobre la distribució del consum elèctric a les llars catalanes.

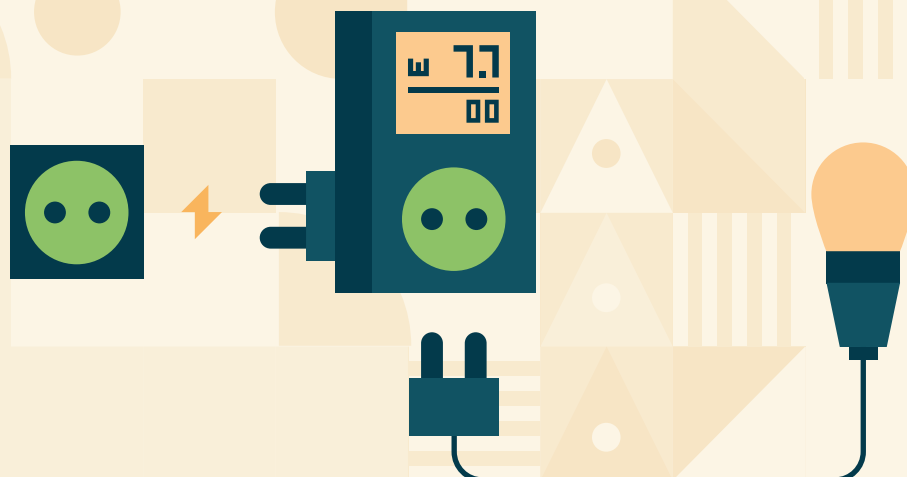
2. Saps què són les etiquetes d'eficiència energètica?

- ◆ Demana'ls que ordenin de major a menor consum els diferents electrodomèstics (targetes) que trobaran en la maleta. A més, pots demanar que:
 - Reflexionin sobre com saber la potència d'un electrodomèstic llegint la informació que apareix a la seva etiqueta.
 - Pensin com saber quant gasta en total un aparell a partir de la seva potència i de les hores que s'utilitzi al dia.

Procediment

Mesures de diferents paràmetres relacionats amb el consum elèctric de cada aparell per part del docent (a mode demostratiu). També pot dur-se a terme per voluntaris a l'aula:

- ◆ Connecta el mesurador de consum elèctric a qualsevol endoll. Connecta el portalàmpades al mesurador.
- ◆ Assegura't que tots els dispositius estan desconnectats abans de començar.
- ◆ Insereix una bombeta al portalàmpades i engega-la durant 1 minut.
- ◆ Demana'ls que registrin els paràmetres que apareixen.
- ◆ Repeteix el procés amb les altres bombetes (LED, de baix consum i incandescent). Posteriorment pots provar de connectar i mesurar els diferents electrodomèstics petits que hagin portat els alumnes.



Activitats de reflexió

Demana'ls que extreguin conclusions tenint en compte:

- ◆ Les diferències entre la potència i el consum de les diferents bombetes segons les mesures realitzades a classe.
- ◆ Diferències entre la potència i el consum dels electrodomèstics mesurats, per exemple: una torradora, un carregador de mòbil o un assecador de cabells.
- ◆ Segons els resultats d'aquest experiment, demana'ls que reflexionin sobre els canvis que podrien fer les famílies per estalviar energia i diners.
- ◆ Com podrien implementar el que han après a casa o al seu centre escolar per reduir el consum elèctric?

Recursos per a docents

Per què les bombetes tenen consums diferents?

Anem a entendre la tecnologia que utilitzen:

- ◆ **Incandescents:** produeixen llum en escalfar un filament metàl·lic, la qual cosa genera més calor que llum. La seva potència és alta (60-100 W).
- ◆ **Baix consum (fluorescents compactes):** utilitzen un gas que emet llum quan s'ionitza. Tenen una potència inferior (15-20 W) que les incandescents, però tenen un temps d'encesa més lent.
- ◆ **LED:** generen llum mitjançant semiconductors, utilitzant només 7-10 W per produir la mateixa lluminositat que una bombeta incandescent de 60 W.

Durabilitat

Les bombetes LED tenen una vida útil molt més gran (fins a 25.000 hores) que les incandescents (uns 1.000 h), la qual cosa redueix la necessitat de substituir-les amb freqüència.

Impacte econòmic i ambiental

- ◆ Canviar una bombeta incandescent per una LED pot estalviar entre 10-15 € a l'any en despesa elèctrica (per bombeta).
- ◆ Si totes les bombetes d'una llar són LED, es podria reduir fins a un 80% del consum en il·luminació.

Diferència entre potència i consum elèctric

El que mesurarem a classe és la potència d'un aparell (W), així com el voltatge (V) i la intensitat (I). És interessant aprofundir en les diferències entre potència i consum elèctric. Per exemple:

- ◆ **Rentadora:** Sol tenir una potència "elevada", entre 500 i 2500 W. El motor consumeix menys (aproximadament 400-800 W), mentre que la resistència per escalfar l'aigua és el principal consumidor, arribant fins a 2000 W.
- ◆ **Frigorífic:** Té una potència entre 100 i 300 W, però el seu ús a casa és continu. Si només mirem la potència, semblaria que la rentadora consumeix més que el frigorífic. No obstant això, el temps d'ús és determinant per avaluar el seu consum global.

Recordem la fórmula del consum elèctric (generalment s'expressa en kWh, que són 1000 Wh):

$$\text{Consum (kWh)} = \text{Potència (kW)} \times \text{Temps (h)}$$

- ◆ **Rentadora:** Té un consum puntual (només quan està en ús). Depenent del cicle (rentat en calent requereix més energia), típicament consumeix entre 0,5 i 2 kWh per cicle.
- ◆ **Frigorífic:** Té un consum continu (funciona les 24 hores, 7 dies a la setmana). La seva eficiència depèn de factors com l'aïllament, la temperatura ambient i la freqüència d'obertura de les portes. Típicament consumeix entre 150 i 300 kWh a l'any.

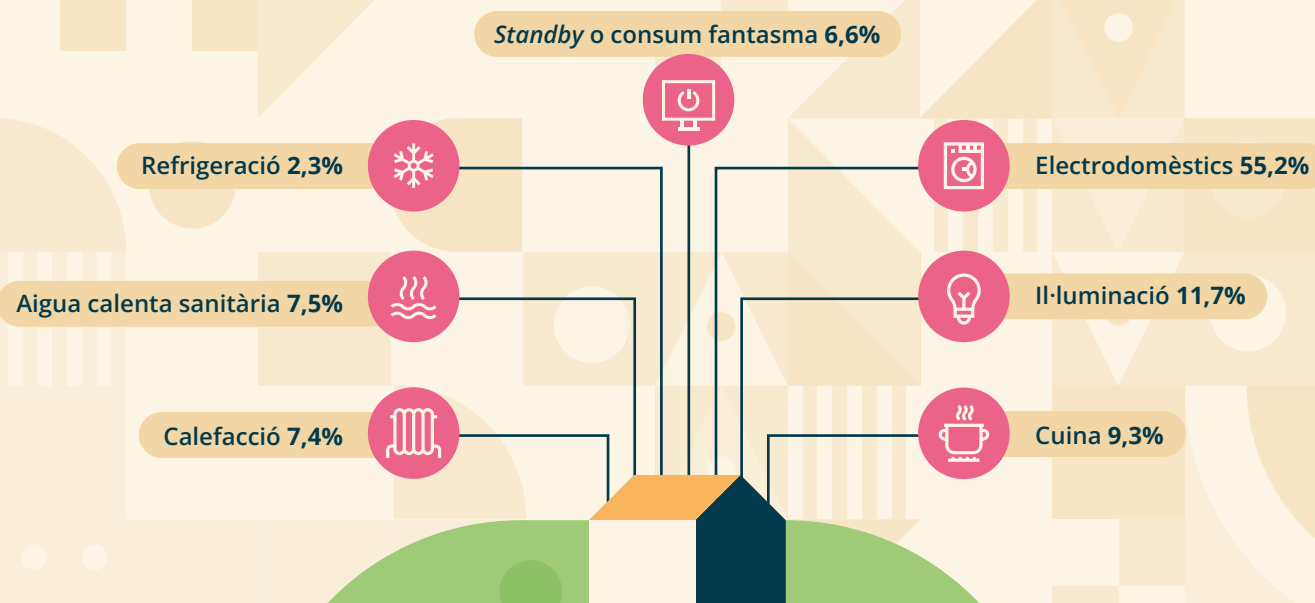
A classe es pot reflexionar sobre com el consum elèctric d'un frigorífic i una rentadora es compara en termes anuals. Tot i que el frigorífic té un consum més baix per hora, el seu funcionament continu fa que el consum anual total sigui superior. D'altra banda, la rentadora consumeix més en un sol ús a causa de la necessitat d'escalfar l'aigua.

El mateix passa amb un assecador de cabells (entre 1000 i 2000 W), que, igual que la rentadora, té una resistència interna que requereix alta potència per funcionar. Tanmateix, es fa servir de manera puntual, generalment entre 5 i 15 minuts per ús, el que equival a un consum de fins a mig kilowatt-hora per ús.

Consum elèctric als habitatges

La despesa mitjana d'energia als habitatges espanyols és de 3.487 kWh a l'any, segons l'informe Consums del Sector Residencial a Espanya de l'IDAE. Si dividim aquest consum anual entre dotze, obtenim que el consum mitjà mensual dels habitatges és de 290,58 kWh. Aquest valor varia segons l'època de l'any, el tipus d'habitatge (casa o pis) o la zona on es trobi.

Com es distribueix aquest consum?



D'acord amb l'informe de l'IDAE, el que més consumeix energia elèctrica a la llar són els electrodomèstics (55,2%), seguit de la il·luminació (11,7%). D'aquí la importància d'implantar il·luminació LED per a l'eficiència energètica. Pel que fa als a les llars, els electrodomèstics que consumeixen més energia són els frigorífics (30,6%), seguit dels televisors (12,2%) i després les rentadores (11,8%). També s'ha de tenir en compte que hi ha electrodomèstics que consumeixen energia les 24 hores del dia (com una nevera o un congelador) i que altres només consumeixen quan s'utilitzen (com una rentadora o una torradora).

A l'**experiment 2** de la guia, parlarem més profundament sobre la importància de l'aïllament tèrmic, una altra mesura important per a la millora de l'eficiència energètica a les nostres cases.

Consells pràctics

Elabora entre tots un decàleg per reduir el consum d'electricitat a casa o a l'escola. Aquí tens algunes propostes:

- 1 Canvia a bombetes LED: consumeixen fins a un 80 % menys energia que les incandescents i duren molt més.
- 2 Utilitza regletes amb interruptor: permeten apagar diversos dispositius a la vegada i eviten el consum fantasma, com el d'un televisor, l'antena wifi o la consola de jocs.
- 3 Desconnecta els aparells: un televisor en standby pot consumir fins al 10 % de la seva energia total anual.
- 4 Apaga els llums quan surtis d'una habitació: és una acció senzilla que marca diferència.
- 5 Aprofita la llum natural: obre les cortines i persianes per il·luminar els espais durant el dia, sobretot a l'hivern.
- 6 Utilitza electrodomèstics eficients: cerca sempre l'etiqueta energètica amb la qualificació més alta (A). Sol compensar la inversió econòmica inicial per disminuir el consum energètic al llarg de la seva vida útil.
- 7 Renta amb aigua freda: la rentadora consumeix la major part de la seva energia en escalfar l'aigua.
- 8 Regula la calefacció i l'aire condicionat: mantingues una temperatura de 20-22 °C a l'hivern i de 24-26 °C a l'estiu.
- 9 Cuina amb tapes: els aliments es cuinen més ràpidament i consumeixes menys energia.
- 10 Instal·la sistemes de domòtica intel·ligent.

Com interpretar les etiquetes energètiques

L'etiqueta d'eficiència energètica és una eina clau per entendre l'impacte dels electrodomèstics en el consum elèctric. Aquí tens els punts essencials per interpretar-les:

1 Escala de colors i lletres:

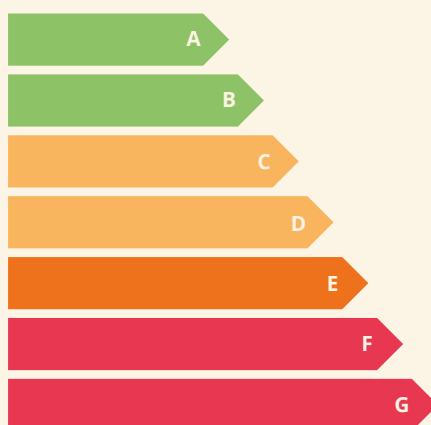
Es basa en una escala de lletres, que va de la **A** (la més eficient) fins a la **G** (la menys eficient). Cada classe d'eficiència energètica representa un nivell específic de consum d'energia.

- ◆ **Verd fosc (A,B):** màxima eficiència, menor consum i menor impacte ambiental.
- ◆ **Verd clar (C,D) i taronja (E):** eficiència, consum i impacte intermedis.
- ◆ **Vermell (E, F, G):** baixa eficiència, alt consum energètic i major impacte ambiental.

2 Consum energètic anual:

S'indica en kilowatts-hora per any (kWh/any).

Exemple: Una rentadora eficient pot consumir 150 kWh/any, mentre que una ineficient podria consumir més de 500 kWh/any.



Escala de colors i lletres referents a les etiquetes d'eficiència energètica

Aprofundint en les investigacions de l'IREC

L'IREC treballa en diversos projectes per a la millora de l'eficiència energètica en diferents tecnologies, incloent-hi la pròpia xarxa elèctrica, les bateries per a la mobilitat elèctrica, el consum dels edificis (tant els nous com els antics que es rehabiliten), l'energia eòlica marina, entre altres.

2 Experiment 2: Mesures d'aïllament tèrmic

Descripció

En què consisteix l'experiment?

Aquest experiment permet analitzar com diferents materials afecten la transferència de calor en espais tancats. L'alumnat descobrirà quin és el millor "abric" o aïllament tèrmic a través de recipients amb aigua, que els ajudarà a extrapolar-ho a l'aïllament de les nostres cases o aules, optimitzant l'ús d'energia i reduir l'impacte ambiental.

Quins són els objectius?

- ◆ Identificar materials eficients per a l'aïllament tèrmic.
- ◆ Reflexionar sobre com millorar l'eficiència energètica en entorns escolars o domèstics.
- ◆ Relacionar les propietats dels materials amb el seu impacte en l'estalvi energètic i la sostenibilitat.

Per què és important?

- ◆ Un bon aïllament tèrmic redueix la necessitat de calefacció o refrigeració, disminuint el consum energètic i les emissions de diòxid de carboni.
- ◆ L'elecció adequada de materials aïllants contribueix a edificis més sostenibles i confortables.

Què passarà a l'aula?

A través de mesures de temperatura en recipients coberts amb diferents materials, l'alumnat analitzarà com les propietats d'aquests aïllants afecten la transferència de calor. Representaran els resultats en gràfics i discutiran com millorar l'aïllament tèrmic al centre escolar o a casa.

En les mesures, l'alumnat disposarà de dos recipients idèntics en què mesuraran la temperatura de forma simultània i on l'única variable que canviarà serà el recobriment d'un dels recipients amb diferents materials. Si aquests materials són aïllants, la temperatura de l'aigua calenta haurà de disminuir de manera més lenta que a l'altre recipient i a l'inrevés.

Materials necessaris

Materials inclosos en la maleta:

- ✓ Sonda de temperatura amb doble mesurador.
- ✓ Dos recipients tancats amb tapa.
- ✓ Làmines de diferents materials que actuaran com a "camisa" aïllant: cartró, silicona, tela amb foam i gel.
- ✓ Cronòmetre.
- ✓ Cinta adhesiva.
- ✓ Fitxes de registre per l'alumnat (per fotocopiar), també descarregables a:

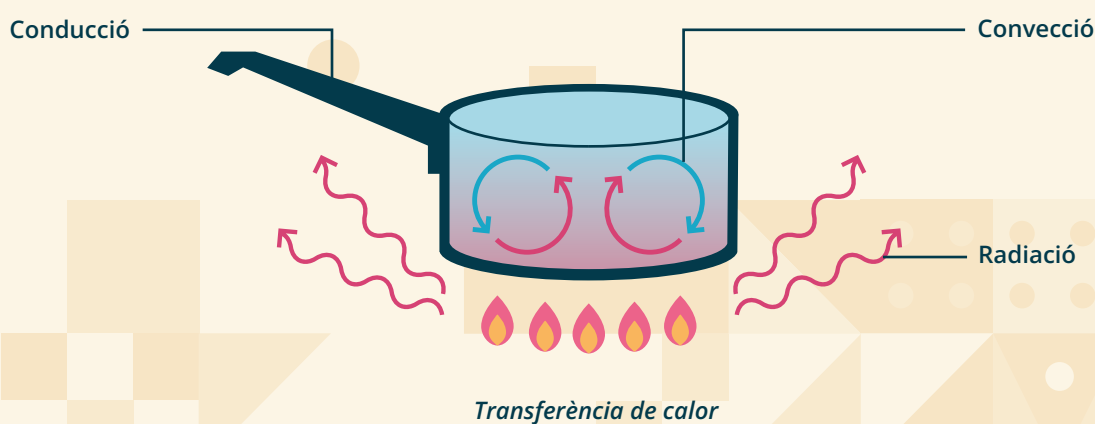
<https://www.irec.cat/ca/premsa-i-societat/divulgacio-i-societat/gara-fecyt/gara-openlab/>

Materials opcionals (a portar pel docent o l'alumnat):

- Quadern i bolígraf.
- Altres materials aïllants que tingueu disponibles.

Conceptes teòrics

- ◆ **Transferència de calor:** fenomen físic on la calor es propaga quan hi ha una diferència de temperatura entre dos punts. Existeixen tres modes diferents de transferència de calor: conducció, convecció i radiació.
 - **Conducció:** és la transferència de calor que es produeix a través del contacte directe entre dos cossos o a través de l'interior d'un mateix cos, siguin sòlids, líquids o gasosos.
 - **Convecció:** es deu al moviment d'un fluid (gas o líquid), per exemple l'aire amb un ventilador o l'aigua amb una bomba.
 - **Radiació:** és la calor emesa per un cos a causa de la seva temperatura.



- ◆ **Conductors tèrmics:** són materials que condueixen bé la calor. En general, tots els metalls, com l'or o el ferro, són bons conductors.
- ◆ **Conductivitat tèrmica:** una propietat física dels materials que mesura la capacitat de conducció de calor. Es mesura en $W/(m \cdot K)$ [watts (W), metre (m), kelvin (K)].
- ◆ **Aïllants tèrmics:** són materials que no condueixen bé la calor. Sovint són porosos o fibrosos, amb aire a l'interior, com la fusta o el plàstic. L'aire és un bon aïllant.
- ◆ **Edificis energèticament eficients:** estan dissenyats per utilitzar la mínima energia possible. Es poden construir utilitzant materials aïllants d'alta qualitat que ajudin a evitar la pèrdua de calor.

Activitats prèvies

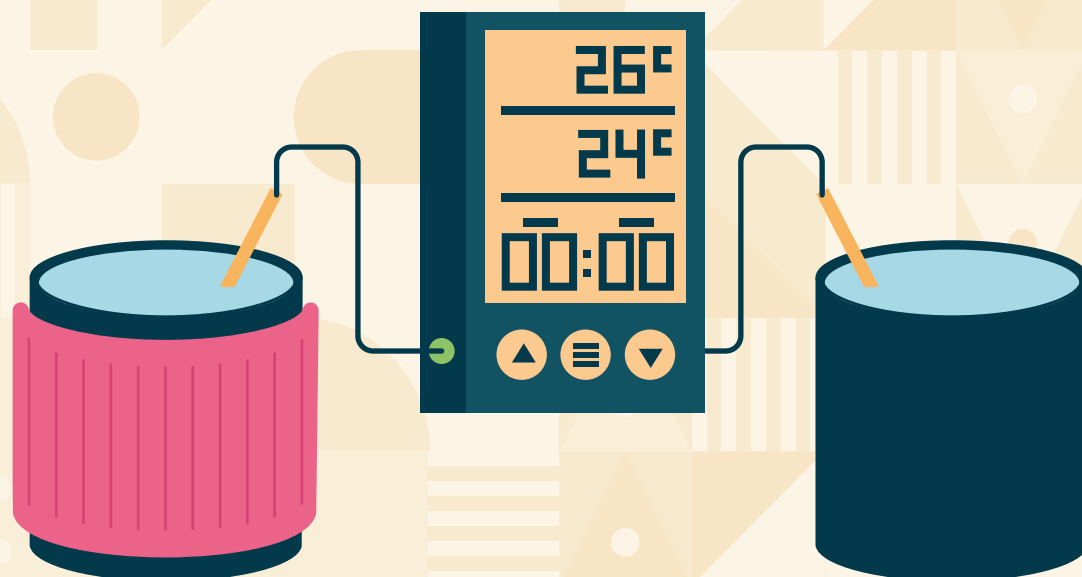
1. Detectiu tèrmic

- ◆ L'alumnat recorrerà l'aula, identificant zones més càlides o més fredes.
- ◆ Reflexionaran sobre per què aquestes zones tenen aquestes diferències de temperatura. Elaboraran una hipòtesi sobre com aïllar millor aquestes zones i quins materials podrien ser els millors aïllants.
- ◆ Explica els conceptes teòrics clau.
- ◆ Contestaran preguntes com:
 - Quins materials creus que conserven millor la calor?
 - Quins factors afecten l'aïllament tèrmic?

Procediment

Mesures inicials amb el professor i dos alumnes voluntaris:

- ◆ Omple els dos recipients amb aigua calenta a la mateixa temperatura inicial (per exemple, 60-90 °C). Quan més calenta sigui l'aigua, més evidents i mesurables seran els canvis de temperatura. El més ràpid és calentar l'aigua amb un microones o un bullidor, però si no ho teniu disponible a l'aula, a la maleta hi ha un calefactor (caldrà una mica més de temps). És important remenar el líquid per homogeneitzar la temperatura.
- ◆ Recobreix un recipient amb un dels materials "aïllants" (són de tipus camisa) i deixa l'altre sense recobrir, com a referència.
- ◆ Anota la temperatura inicial de l'aigua i mesura la seva temperatura cada 5 minuts durant 20 minuts. És important que les mesures es facin alhora en ambdós recipients (amb la sonda doble). Cal destapar el recipient per mesurar-lo, i torna a tancar-lo de seguida per evitar les pèrdues de calor.



Anàlisi de resultats en grup:

- ◆ Suggereix que realitzin un gràfic simple de la variació de la temperatura en funció del temps en cadascun dels recipients i segons el material usat.
- ◆ Demana que identifiquin el material més aïllant que hagin provat en l'experiment.
- ◆ Recorda que es poden introduir noves variables o materials i continuar experimentant.

Activitats de reflexió

- ◆ Organitza un debat sobre com es podria millorar l'aïllament tèrmic del centre educatiu o de casa.
- ◆ Demana que reflexionin sobre la relació entre l'eficiència energètica i els materials de construcció.
- ◆ Demana que dissenyin la seva casa ideal, respectuosa energèticament sostenible i amb el medi ambient.

Recursos per a docents

Com es mesura la capacitat aïllant d'un material?

La **conductivitat tèrmica** és una propietat física dels materials que mesura la capacitat de conducció de la calor. Es mesura en $W/(m \cdot K)$. La seva magnitud inversa és la resistivitat tèrmica, que és la capacitat dels materials per oposar-se al pas de la calor, és a dir, de comportar-se com un aïllant.

Com més gran sigui el valor de conductivitat tèrmica (λ), voldrà dir que aquest material transmet molt bé la calor. Un metall, com el coure, té una conductivitat tèrmica de **400 W/mK**. D'altra banda, els aïllants tenen un valor baix, generalment inferior a **0,05 W/mK**.

Materials aïllants que s'utilitzen actualment en la construcció

Els materials aïllants són essencials per mantenir la temperatura interior d'un edifici estable i agradable, tant a l'hivern com a l'estiu. El seu secret és que tenen molt aire atrapat a dins, ja que l'aire actua com a barrera perquè la calor no es transmeti fàcilment. Utilitzar materials aïllants de forma intel·ligent, fa que l'eficiència energètica de l'edifici sigui més gran que un edifici mal aïllat, perquè perd la temperatura de confort més ràpidament i cal aportar més energia (calefacció o aire condicionat) per mantenir aquest confort.

S'utilitzen principalment en parets, sostres i façanes, evitant que la calor entri o surti de l'edifici. Però no podem oblidar que les cases també necessiten estar ben ventilades. Això és important per garantir que hi hagi aire fresc i evitar problemes com la humitat, l'excés de calor o l'acumulació de CO_2 , especialment en zones amb climes càlids o humits, com és el Mediterrani.

Conductivitat tèrmica λ (W/mK)

Alumini	230
Formigó	1,35
Vidre	1
Maó buit	0,49
Fusta	0,13
Aïllant de suro	0,04
Fibra fusta	0,042
Poliestirè expandit	0,037
Llana mineral	0,036

Avui en dia, es fan servir materials molt variats, que podem classificar entre:

- ◆ **Aïllants inorgànics.** Són materials resistents, duradors i amb bona capacitat tèrmica, però la seva producció és complexa i poc sostenible. Exemples: Llana de vidre, llana de roca, vidre cel·lular.
- ◆ **Aïllants orgànics sintètics.** Fets de derivats del petroli, són econòmics i tenen bones propietats aïllants, però són inflamables i tenen un gran impacte ambiental. Exemples: Polièstirè expandit (conegut popularment com a "porexpan"), polièstirè extruït, poliuretà.
- ◆ **Aïllants orgànics naturals.** Són materials renovables, sostenibles i respectuosos amb el medi ambient, però tenen un cost elevat. Exemples: Fibra de fusta, llana d'ovella, cel·lulosa.

Estratègies per aconseguir eficiència energètica en edificis:

- ◆ Disposar d'un bon aïllament tèrmic en murs, sostres i finestres.
- ◆ Reduir les pèrdues de calor per infiltració (entrades d'aire fred) a l'hivern.
- ◆ Permetre l'entrada de la llum solar a l'hivern.
- ◆ Evitar l'entrada de la llum solar a l'estiu.
- ◆ Dissenyar proteccions solars.
- ◆ Utilitzar sistemes de calefacció i aire condicionat eficients.
- ◆ Estalviar energèticament en aigua calenta sanitària.
- ◆ Utilitzar il·luminació eficient mitjançant l'ús de bombetes de baix consum.
- ◆ Modernitzar les instal·lacions energètiques de l'edifici i millorar-ne la qualificació energètica.

Consells pràctics per millorar l'aïllament de l'escola o de casa:

- 1 Fes servir rivets a finestres i portes per evitar corrents d'aire. Un rivet és una tira de material flexible dissenyada per segellar buits i evitar que entri aire, pols o fins i tot soroll per finestres i portes.
- 2 Instal·la cortines gruixudes a l'hivern i lleugeres a l'estiu.
- 3 Afegeix catifes en sòls freds per evitar pèrdua de calor.
- 4 Reforça sostres amb materials aïllants.
- 5 Segella esquerdes i fissures en parets exteriors.
- 6 Evita finestres d'un sol vidre; opta pel doble vidre.
- 7 Assegura't que els espais entre parets estan correctament aïllats.
- 8 Promou l'ús de materials reciclables i sostenibles.

Aprofundint en les investigacions de l'IREC

El projecte PLURAL ha desenvolupat façanes "plug-and-use", és a dir, façanes que es fabriquen fora de l'obra i s'instal·len directament a la façana sobre la pell original dels edificis un cop completades. Això redueix significativament els costos d'inversió i la durada de les obres, fent que aquestes remodelacions siguin més accessibles. Aquestes façanes també tenen l'avantatge que han estat dissenyades per millorar l'eficiència energètica dels edificis a llarg termini, reduint les emissions de CO₂ i optimitzant l'ús d'energies renovables.

3 Experiment 3: Generació d'energia solar fotovoltaica

Descripció

En què consisteix l'experiment?

Aquest experiment explora com funciona l'energia solar i com els panells solars converteixen la llum del sol en electricitat. L'alumnat mesurarà la quantitat d'energia generada per un panell solar sota diferents condicions i reflexionarà sobre la importància de les energies renovables per a un futur més sostenible.

Quins són els objectius?

- ◆ Comprendre el funcionament dels panells solars i la seva aplicació en l'ús d'energia renovable.
- ◆ Analitzar les variables que afecten l'eficiència d'un panell solar, com ara l'angle, l'ombra i el tipus de llum.
- ◆ Fomentar el pensament crític sobre la transició cap a energies renovables.

Per què és important?

- ◆ Les energies renovables, com la solar, són fonamentals per reduir la dependència dels combustibles fòssils i mitigar el canvi climàtic.
- ◆ El sol és una font neta i inesgotable que està disponible a tot el món.
- ◆ Aprendre sobre com generar i optimitzar l'ús de l'energia a partir del sol pot inspirar solucions sostenibles tant a nivell local com global.

Què passarà a l'aula?

L'alumnat mesurarà el voltatge, el corrent i la potència generats per un panell solar sota diferents condicions: llum directa, ombra parcial i canvis en l'angle d'incidència de la llum. Reflexionaran sobre els resultats i debatran com

Materials necessaris

Materials inclosos en la maleta:

- ✓ Multímetre.
- ✓ Panell solar.
- ✓ Cartolines de colors clars i foscos.
- ✓ Cronòmetre.
- ✓ Mesurador d'angle.
- ✓ Banc d'imatges: fonts primàries d'energia i tipus d'energia que en resulta.
- ✓ Fitxes de registre per l'alumnat (per fotocopiar), també descarregables a:
<https://www.irec.cat/ca/premsa-i-societat/divulgacio-i-societat/gara-fecyt/gara-openlab/>

Materials a portar pel docent o l'alumnat:

- **Opcional:** Quadern i bolígraf.
- **Necessari:** làmpada amb llum potent. També pots utilitzar la bombeta (incandescent) i l'allargador de l'experiment 1, o directament la llum del sol (si arriba a la zona d'experimentació).

Conceptes teòrics

- ◆ **Generació d'energia elèctrica:** és el procés mitjançant el qual es transforma l'energia de diverses fonts en electricitat.
- ◆ **Fonts primàries:** són els recursos naturals que utilitzem per obtenir energia. Es classifiquen entre:
 - **Renovables:** són aquelles fonts naturals que es consideren pràcticament inesgotables, a partir de les quals es pot obtenir energia sense contaminar ni emetre gasos d'efecte hivernacle. Provenen del sol, el vent, la terra, l'aigua o la biomassa.
 - **Nuclear:** és una forma d'energia que s'allibera des del nucli dels àtoms. Pot ser de fissió (trencant nuclis d'àtoms pesants; genera residus radioactius) o de fusió (unint nuclis d'àtoms d'hidrogen, com fan les estrelles; es considera renovable).
 - **Combustibles fòssils:** resultants de la descomposició parcial de matèria orgànica al llarg de milions d'anys. Cal cremar-los per obtenir energia, alliberant CO₂. Es consideren fonts no renovables i els exemples principals en són el carbó, el petroli i el gas natural.
- ◆ **Descarbonització:** és el procés d'abandonar l'ús dels combustibles fòssils per obtenir energia de formes que emetin menys diòxid de carboni.
- ◆ **Centrals de transformació:** són les centrals que aprofiten l'energia de les fonts primàries i la transformen en electricitat.

Activitats prèvies

1. Parlem de fonts d'energia

- ◆ Demana a l'alumnat que agafi les imatges de les diferents fonts d'energia primària, les relacioni amb el tipus d'energia resultant, i les classifiquin en 2 categories: renovables i no renovables.
- ◆ Fes-los reflexionar sobre els avantatges de les fonts renovables i el seu impacte ambiental.
- ◆ Explica els conceptes clau principals.

2. Parlem de tipus d'energia

- ◆ Demana que relacionin aparells quotidians (rentadora, bombeta) amb tipus d'energia (elèctrica, tèrmica, etc.).

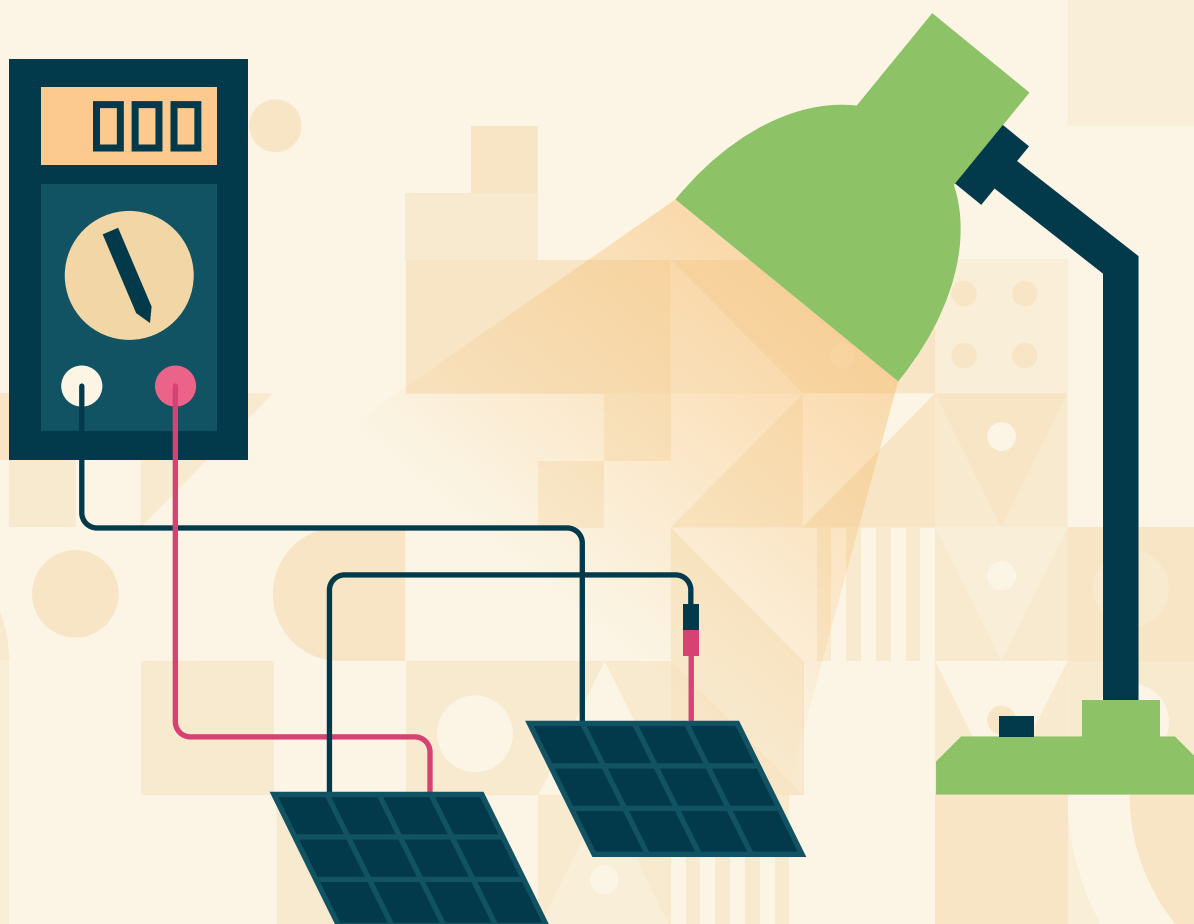
3. Ampliació:

- ◆ Fes-los reflexionar sobre l'impacte ambiental de cada font d'energia i com podem reduir el consum d'energies no renovables.

Procediment

Mesures inicials per part del docent (a mode demostratiu), o bé per un voluntari a l'aula:

- ◆ Connecta el panell solar al multímetre.
- ◆ Assegura't que el panell està net i orientat cap a la font.
- ◆ Col·loca el panell solar sota la radiació directa del sol o d'una làmpada potent (haurà de ser incandescent, els LEDs no serviran).
- ◆ Demana que registrin les mesures de voltatge i corrent a les fitxes de registre i que utilitzin cartolines de colors per cobrir parcialment el panell solar.
- ◆ Demana que calculin la potència generada ($P = V \times I$) en cada cas i la comparin amb les mesures inicials.
- ◆ Addicionalment, es pot connectar la placa solar directament a una bombeta LED o un petit ventilador per tal de visualitzar la transformació de l'energia solar en energia elèctrica.



Activitats de reflexió

Anàlisi de resultats:

- ◆ Fes-los reflexionar sobre com afecten les ombres i l'angle al rendiment del panell solar i quines són les millors condicions per generar energia.
- ◆ Organitza un debat grupal sobre quins són els avantatges d'utilitzar energia solar en comparació als combustibles fòssils i com podria la seva comunitat o el seu edifici aprofitar millor l'energia solar.

Demana que dissenyin el seu propi sistema basat en energia solar, considerant la ubicació i les condicions òptimes.

Recursos per a docents

Aprofundint en l'energia solar

L'energia solar es pot transformar en energia útil per nosaltres mitjançant panells solars, que converteixen la llum del sol en energia elèctrica (energia fotovoltaica) o en calor (energia tèrmica). Els panells fotovoltaics (com els d'aquest experiment) utilitzen cel·les solars per transformar la llum en electricitat, mentre que els panells solars tèrmics (és una altra tecnologia) escalfen un fluid per produir calor.

- ◆ **Energia solar fotovoltaica:** l'energia solar es pot transformar directament en electricitat mitjançant cel·les fotovoltaiques. Aquest procés es basa en l'aplicació de l'efecte fotovoltaic, que es produeix quan la llum incideix sobre uns materials anomenats semiconductors; d'aquesta manera es genera un flux d'electrons a l'interior del material que pot ser aprofitat per obtenir energia elèctrica.
- ◆ **Energia solar tèrmica:** el principi bàsic de funcionament és senzill: la radiació solar es capta mitjançant "concentradors" i la calor es transfereix a un fluid (generalment aigua o aire). S'utilitza habitualment per a la calefacció o aigua sanitària de les cases, encara que en casos concrets es pot generar electricitat utilitzant turbines i vapor d'aigua.

Per què triar l'energia solar:

- ◆ És una font renovable i neta: no emet gasos d'efecte hivernacle ni contamina l'aigua.
- ◆ Està disponible arreu del món, especialment en regions amb alta exposició solar.
- ◆ Redueix la dependència dels combustibles fòssils i ajuda a mitigar el canvi climàtic.

Guia per interpretar resultats:

- ◆ **Voltatge (V):** la diferència de potencial elèctric generada pel panell.
- ◆ **Corrent (A):** el flux d'electricitat generat.
- ◆ **Potència (W):** és la quantitat d'energia que es transforma en un temps determinat. Multiplica el voltatge pel corrent per calcular quanta electricitat genera el panell.

Consells per maximitzar l'energia solar:

- ◆ Inclinar els panells a un angle òptim.
- ◆ Mantenir els panells nets i lliures d'obstruccions com pols o fulles.

Com funciona un panell solar?

Un panell solar converteix la llum del sol en electricitat mitjançant un procés anomenat efecte fotovoltaic. Està compost per cel·les solars fetes de materials semiconductors, com el silici, que tenen la capacitat de generar energia elèctrica quan la llum solar incideix sobre ells.

Quan la llum del sol arriba a les cel·les solars, allibera electrons dins del material. Aquests electrons comencen a moure's, creant un corrent elèctric.

Aprofundint en les investigacions de l'IREC

El projecte CUSTOM-ART, liderat per l'IREC, ha demostrat un producte molt innovador. Es tracta de cel·les fotovoltaïques que són flexibles i que no contenen elements escassos o tòxics, i que formen part de la família de materials anomenada "kesterita" (no estan fetes de silici). S'ha demostrat que aquestes cel·les flexibles poden adaptar-se al mobiliari urbà i que ofereixen prestacions fins ara no explorades.

4 Experiment 4: L'hidrogen com a vector energètic

Descripció

En què consisteix l'experiment?

Aquest experiment té com a objectiu mostrar com l'hidrogen, l'element més abundant de l'univers, es pot convertir en un vector energètic net i sostenible. A través de l'electròlisi de l'aigua, els estudiants aprendran a produir hidrogen i oxigen, i a entendre com aquest gas es pot utilitzar com a combustible per generar electricitat sense produir emissions contaminants.

Quins són els objectius?

- ◆ Aprendre a produir hidrogen a partir d'aigua mitjançant electròlisi.
- ◆ Entendre el concepte d'hidrogen com a vector energètic.
- ◆ Saber quins són els diferents mètodes de producció d'hidrogen.
- ◆ Explorar els beneficis de l'hidrogen en comparació als combustibles fòssils en termes de sostenibilitat i reducció d'emissions contaminants.
- ◆ Desenvolupar una reflexió crítica sobre l'ús de l'hidrogen com a vector energètic en el futur.

Per què és important?

L'hidrogen té el potencial de ser un vector energètic net i renovable, especialment important en la transició cap a un model energètic més sostenible. Aquest experiment introdueix a l'alumnat el concepte de l'electròlisi, una de les tecnologies clau per a la producció d'hidrogen verd. A més, ofereix l'oportunitat de discutir els reptes i beneficis de l'hidrogen enfront dels combustibles fòssils.

Què passarà a l'aula?

A l'aula, els estudiants duran a terme l'experiment d'electròlisi, produint hidrogen a partir d'aigua. Durant el procés, observaran l'alliberació de gasos als elèctrodes i mesuraran els paràmetres rellevants, com el voltatge i el pH de l'aigua. S'explica quin és el procés electroquímic que ocorre.

Posteriorment, se'ls guiarà a través d'una reflexió sobre l'impacte de l'hidrogen en el medi ambient, els seus usos potencials en diversos sectors (transport, indústria, etc.), i les implicacions per al futur de l'energia. Finalment, es fomentarà el debat sobre els avantatges i desafiaments de l'hidrogen com a vector energètic en comparació amb els combustibles fòssils, ajudant els estudiants a desenvolupar un pensament crític sobre la sostenibilitat i el futur energètic.

Materials necessaris

Materials inclosos en la maleta:

- ✓ Mil·liamperímetre.
- ✓ Pila de petaca.
- ✓ Cables de cocodrill.
- ✓ Elèctrodes de grafit o carboni.
- ✓ Sal.
- ✓ Recipient de vidre.
- ✓ Indicador de pH.
- ✓ Fitxes de registre per l'alumnat (per fotocopiar), també descarregables a:
<https://www.irec.cat/ca/premsa-i-societat/divulgacio-i-societat/gara-fecyt/gara-openlab/>

Materials a portar pel docent o l'alumnat:

- **Necessari:** aigua (pot ser de l'aixeta).
- **Opcional:** Quadern i bolígraf.

Conceptes teòrics

Què és l'hidrogen?

L'hidrogen (H) és l'element químic més lleuger i abundant de l'univers. A la Terra, no es troba de manera natural de forma lliure, però es pot produir a partir de diferents compostos químics. En la seva forma de gas (H_2) és incolor, inodor i altament combustible, el que significa que, al reaccionar amb oxigen (O_2), allibera molta energia. Si la reacció es controla mitjançant una pila de combustible, es genera electricitat i calor, i no genera residus contaminants, simplement produeix aigua (H_2O).

Hidrogen: un vector energètic

L'hidrogen no es troba lliurement a la natura, ja que sempre està combinat amb altres elements. Per tant, l'hidrogen no és una font primària d'energia com el sol o el vent, sinó un vector energètic. Això significa que s'utilitza per emmagatzemar i transportar energia obtinguda d'altres fonts. Això és especialment útil per produir hidrogen amb electricitat renovable, ja que aquest gas es pot emmagatzemar per utilitzar-lo quan sigui necessari. Gràcies a aquestes característiques, l'hidrogen es considera una solució neta i eficient per complementar altres formes d'energia renovable (especialment en termes d'emmagatzematge d'excedents d'energia) i garantir un subministrament sostenible.

Com es produeix l'hidrogen?

L'hidrogen es pot generar a partir de diferents matèries primeres i fonts d'energia:

- ◆ **Reformat de gas natural (CH₄):** el mètode més comú i econòmic, però emet CO₂ com a subproducte.
- ◆ **Electròlisi de l'aigua:** consisteix a separar les molècules d'aigua (H₂O) en hidrogen (H₂) i oxigen (O₂) mitjançant electricitat. Si l'electricitat prové de fonts renovables, el procés és completament net i no emet CO₂.
- ◆ **Altres mètodes:** inclou processos com la fotocàtlisi, la piròlisi i la gasificació.

Tipus d'hidrogen

Per convenció, l'hidrogen es classifica per colors segons la font i el mètode de producció, la qual cosa defineix la seva petjada de carboni:

- ◆ **Gris:** produït amb combustibles fòssils i amb emissions de CO₂ associades.
- ◆ **Blau:** similar al gris, però amb captura i emmagatzematge de carboni per reduir les emissions a l'atmosfera.
- ◆ **Turquesa:** generat mitjançant piròlisi de gas natural, amb carboni sòlid com a subproducte en lloc de CO₂.
- ◆ **Verd:** produït a partir de fonts renovables mitjançant electròlisi, sense emissions associades.
- ◆ **Rosa:** generat per electròlisi usant energia nuclear.
- ◆ **Blanc:** hidrogen natural emmagatzemat en dipòsits subterranis, generat per processos geològics.

Usos de l'hidrogen

L'hidrogen és extremadament versàtil i es pot utilitzar en diversos sectors:

- ◆ **Emmagatzematge:** com a mitjà per emmagatzemar energia renovable a gran escala i garantir un subministrament estable.
- ◆ **Transport:** en vehicles d'hidrogen basats en pila de combustible, reduint les emissions de CO₂.
- ◆ **Indústria:** com a matèria primera i per generar calor en processos industrials.
- ◆ **Edificis:** per satisfer les necessitats energètiques de calefacció i electricitat sense generar emissions contaminants.

Activitats prèvies

1. Descobreix l'hidrogen

- ◆ Divideix l'alumnat en grups.
- ◆ Demana que reflexionin sobre els combustibles fòssils (carbó, gas, petroli) i les fonts d'energia renovables (solar, eòlica, geotèrmica) i que elaborin una llista dels pros i contres de cada font.
- ◆ **Preguntes de reflexió:**
 - • Per què l'hidrogen és considerat una opció més neta i sostenible que els combustibles fòssils?
 - • Quines diferències hi ha entre la combustió de l'hidrogen i la dels combustibles fòssils pel que fa a les seves emissions?

2. Dissenyant el futur

- ◆ Fes-los buscar exemples de vehicles que utilitzen hidrogen que ja existeixen al mercat, com ara cotxes i autobusos, i obre un debat sobre com creuen que l'ús de l'hidrogen en el transport pot contribuir a reduir la contaminació i la dependència dels combustibles fòssils.
- ◆ Demana que imaginin un vehicle que funcioni amb hidrogen i el dibuixin.
- ◆ Explica els continguts teòrics clau.

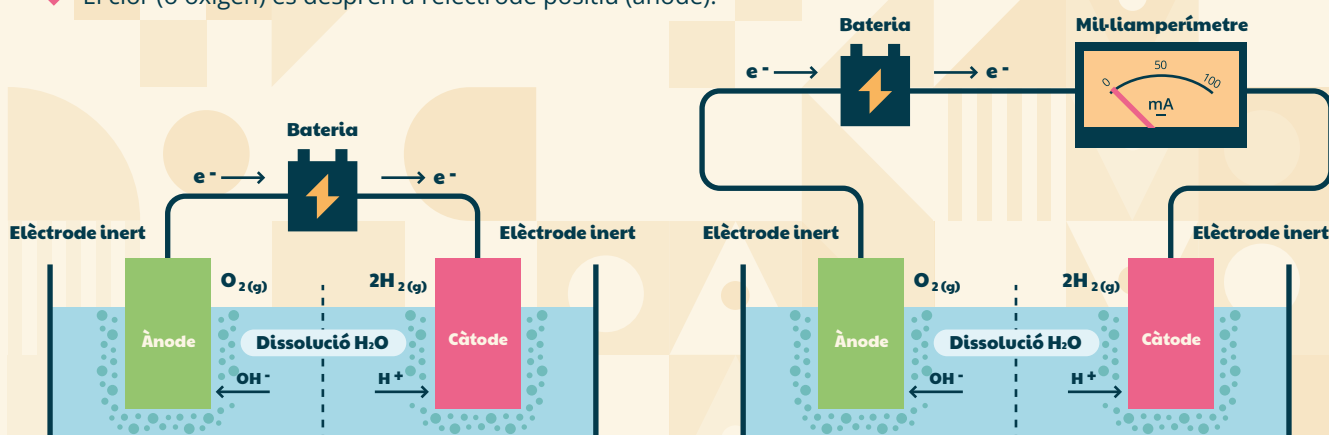
Procediment

Mesures inicials:

- ◆ Aquest experiment necessita la supervisió d'una persona adulta.
- ◆ Evita encendre foc a prop de l'hidrogen, ja que és altament inflamable.
- ◆ Realitza l'experiment amb les finestres obertes.
- ◆ Omple el recipient transparent amb aigua.
- ◆ Afegeix una cullerada de sal per millorar la conductivitat de l'aigua.
- ◆ Connecta els cables a la pila o bateria. Connecta els altres extrems als elèctrodes.
- ◆ Assegura't que els elèctrodes estiguin aproximadament 2/3 submergits a l'aigua. La part superior, on es fan les connexions elèctriques amb la pila, han d'estar fora de l'aigua.

Producció d'hidrogen i oxigen mitjançant electròlisi de l'aigua:

- ◆ Observa com es formen bombolles als elèctrodes.
- ◆ L'hidrogen es desprèn a l'elèctrode negatiu (càtode).
- ◆ El clor (o oxigen) es desprèn a l'elèctrode positiu (ànode).



Mesura i observació:

- ◆ Utilitza el mil·liamperímetre per mesurar el voltatge necessari per a l'electròlisi.
- ◆ Mesura el pH de la dissolució.

Activitats de reflexió

1. És l'hidrogen el combustible del futur?

Organitza un debat en grup perquè reflexionin sobre les següents qüestions:

- ◆ Com veus el paper que juga l'hidrogen en la transició energètica? Comenta com s'obté l'hidrogen per emmagatzemar-lo primer i posteriorment com s'utilitza com a vector energètic.
- ◆ Quins avantatges i inconvenients té l'hidrogen davant dels combustibles fòssils?

2. Simula un cicle per l'hidrogen

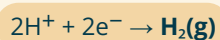
- ◆ Demana la creació d'un diagrama que representi el cicle de l'hidrogen:
 - Producció d'hidrogen mitjançant electròlisi. Es necessita electricitat.
 - Ús de l'hidrogen per generar electricitat usant piles de combustible.
 - Subproducte: aigua.
- ◆ Demana que responguin com podria aquest cicle ajudar a reduir les emissions de CO₂ i que reflexionin sobre com l'ús de l'hidrogen pot reduir la dependència dels combustibles fòssils i l'impacte en les emissions de gasos d'efecte hivernacle.

Recursos per a docents

L'electròlisi d'una solució d'aigua amb sal, tot utilitzant dos elèctrodes de grafit (C), genera diferents reaccions als elèctrodes. La sal (NaCl) es dissol en aigua, alliberant ions de sodi (Na⁺) i clorur (Cl⁻), i l'aigua aporta ions hidroxil (OH⁻) i ions d'hidrogen, també anomenats protons (H⁺).

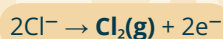
Al càtode (elèctrode negatiu):

Es produeix la reducció. Els protons (H⁺) provinents de l'aigua són reduïts per formar hidrogen molecular (H₂), que és un gas:

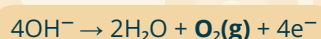


A l'ànode (elèctrode positiu):

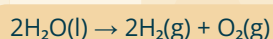
Es produeix l'oxidació. Els Cl⁻ del NaCl són oxidats per formar clor molecular (Cl₂), que també és un gas:



Si l'aigua no conté suficients ions clor (és a dir, no està prou "salada"), la reacció no alliberarà clor, sinó oxigen:



En aquest últim cas, la reacció global és:



Interpretació de resultats

Observació de bombolles

La quantitat de bombolles al càtode indica la concentració d'hidrogen produït, mentre que el clor (o oxigen) el podem observar a l'ànode.

Variacions del pH

El pH global tendeix a augmentar, sobretot en solucions amb alta concentració de sal. El motiu és que la dissolució resultant conté hidròxid de sodi (NaOH) dissolt, augmentant la concentració d'ions "bàsics" (OH⁻). En solucions poc salades, potser les diferències no seran tan evidents.

Pots ampliar l'experiment amb diferents quantitats de sal per observar com afecten els diferents paràmetres observats.

Més sobre l'hidrogen

L'ús de l'hidrogen com a vector energètic no és una novetat a la indústria i existeixen molts sistemes que el fan servir, inclosos alguns models de cotxes i autobusos, que serveixen per evitar l'emissió de gasos d'efecte hivernacle en el transport (ja que l'únic gas emès en aquesta combustió és el vapor d'aigua).

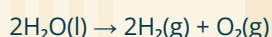
Tanmateix, tot i que diguem (col·loquialment) que l'hidrogen és una font d'energia, no podem dir que sigui una font primària sinó un vector, que serveix per emmagatzemar l'energia usada i transportar-la d'un lloc a un altre. La causa és que l'hidrogen no es troba lliurement a la natura i ha de ser extret a partir de compostos químics, mitjançant processos com el de l'electròlisi que hem experimentat.

Els dispositius que utilitzen l'hidrogen per generar energia es denominen piles de combustible i són una de les línies d'investigació actuals de l'IREC.

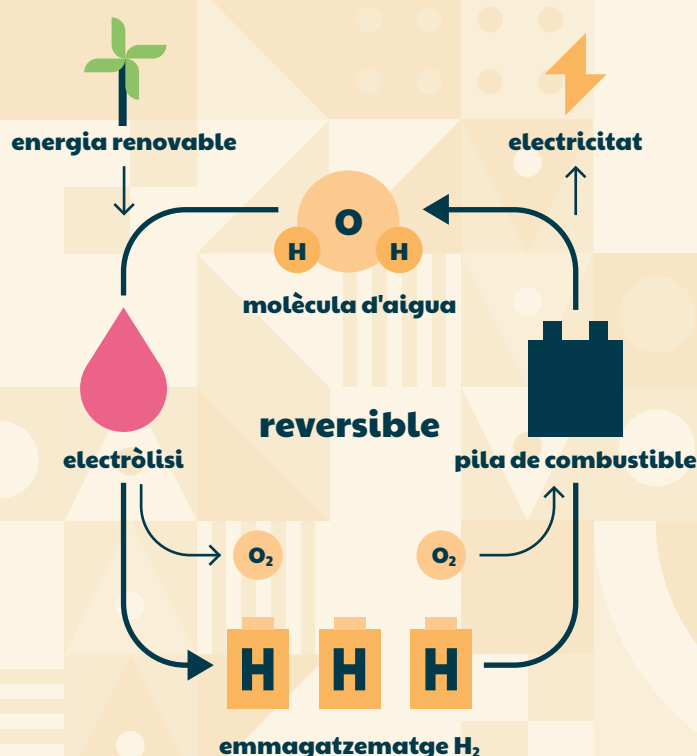
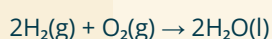
Existeixen dispositius que són "reversibles", és a dir, que es poden utilitzar per generar energia o generar hidrogen (utilitzant excedents d'energia).

Aquestes dues reaccions inverses són:

◆ **Electròlisi de l'aigua (requereix energia):**



◆ **Pila de combustible (allibera energia i calor):**



Per què l'hidrogen és important:

- ◆ És un vector energètic net, ja que no produeix gasos d'efecte hivernacle.
- ◆ És versàtil: es pot utilitzar per generar electricitat, moure vehicles o escalfar edificis
- ◆ Es pot emmagatzemar, i això permet el seu ús en moments d'alta demanda energètica.

Aprofundint en les investigacions de l'IREC:

Impulsat per la multinacional Celsa i l'IREC, juntament amb una desena d'empreses i centres tecnològics, el projecte HYMET ha desenvolupat un electrolitzador de 5 kW de potència que produeix hidrogen verd de manera més eficient per valoritzar els residus generats per la indústria siderúrgica, la indústria de l'acer, que consumeix molta energia. Aquest projecte ha explorat les aplicacions que té per al sector la tecnologia SOEC, un electrolitzador que treballa a alta temperatura aprofitant la calor residual i l'excés de vapor generat a les instal·lacions industrials per produir hidrogen renovable.

5 Experiment 5: Eficiència energètica i confort tèrmic

Descripció

En què consisteix l'experiment?

Aquest experiment analitza variables com el nivell de diòxid de carboni, la temperatura i la humitat dels espais del centre educatiu per comprendre com la ventilació, la temperatura i l'aïllament influeixen en el confort tèrmic i la qualitat de l'aire.

**Cal tenir en compte: la proposta d'aquest experiment suposa fer mesures en diferents espais i durant diferents dies, però es poden fer adaptacions segons el temps disponible.*

Quins són els objectius?

- ◆ Aprendre a mesurar variables com la temperatura, la concentració de CO₂ i la humitat (concentració de H₂O) amb un sensor.
- ◆ Descobrir com actuar sobre aquestes variables per aconseguir espais ben ventilats, saludables i confortables.
- ◆ Fomentar la reflexió crítica i la proposta de solucions sostenibles.

Per què és important?

- ◆ Una mala ventilació pot fer augmentar els nivells de diòxid de carboni (CO₂), afectant la nostra concentració i benestar.
- ◆ Si no hi ha un bon aïllament tèrmic, l'espai pot tenir temperatures poc confortables, a més de necessitar més energia per escalfar o refredar l'espai.

Què passarà a l'aula?

A través de les mesures de temperatura, nivells de CO₂ i humitat en diferents sales i moments del dia, l'alumnat podrà identificar patrons que reflecteixin com les activitats humanes i les característiques dels espais afecten les condicions ambientals. Per exemple, podrien notar que a l'aula d'informàtica, la temperatura tendeix a ser més alta a causa de l'ús continu de dispositius electrònics. Al gimnàs, és possible que els nivells de CO₂ augmentin considerablement després d'una classe d'educació física, mentre que la temperatura i la humitat també fluctuen. Aquestes observacions els permetran reflexionar sobre la ventilació, l'ús eficient dels espais i la importància de mantenir condicions saludables als ambients tancats.

Materials necessaris

Materials inclosos en la maleta:

- ✓ Mesurador de CO₂ amb termòmetre i higròmetre.
- ✓ Fitxes de registre per l'alumnat (per fotocopiar), també descarregables a:
<https://www.irec.cat/ca/premsa-i-societat/divulgacio-i-societat/gara-fecyt/gara-openlab/>

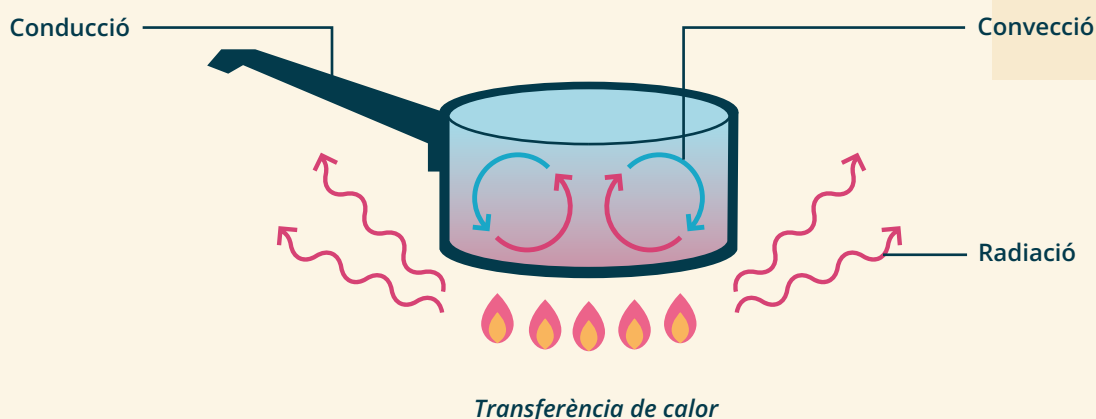
Materials opcionals (a portar pel docent o l'alumnat):

- Diferents materials aïllants com, per exemple: llana, cartó, paper d'alumini o plàstic per cobrir finestres.
- Cinta adhesiva per fixar els materials.
- Ventilador petit (per simular corrents d'aire).



Conceptes teòrics

- ◆ **Confort tèrmic:** la percepció subjectiva de benestar en un espai interior. Hi influeixen variables com la temperatura de l'aire o de les parets, els corrents d'aire, la humitat relativa, l'activitat física que es realitza, el tipus de vestimenta o la qualitat de l'aire. També varia segons la persona.
- ◆ **Qualitat de l'aire interior:** fa referència a la puresa de l'aire dins d'un edifici o espai tancat i depèn directament de la concentració de contaminants atmosfèrics. Aquests contaminants poden ser gasos (com el CO₂), partícules en suspensió (per exemple, productes de neteja, pols, al·lèrgens, etc.) i altres agents biològics (virus, fongs, etc.). Factors com la temperatura, humitat relativa o pressió atmosfèrica també tenen una incidència directa en la qualitat de l'aire a l'interior.
- ◆ **Eficiència energètica:** proporció d'energia utilitzada per un sistema per complir el seu propòsit. L'energia consumida que no contribueix a aquest objectiu generalment es perd, generalment, com a energia tèrmica (calor). En un edifici, una major eficiència implica minimitzar el malbaratament d'energia tèrmica per mantenir la sensació de confort al seu interior.
- ◆ **Transferència de calor:** fenomen físic on la calor es propaga quan hi ha una diferència de temperatura entre dos punts. Existeixen tres modes diferents de transferència de calor: conducció, convecció i radiació.
 - **Conducció:** és la transferència de calor que es produeix a través del contacte directe entre dos cossos o a través de l'interior d'un mateix cos, siguin sòlids, líquids o gasosos.
 - **Convecció:** es deu al moviment d'un fluid (gas o líquid), per exemple l'aire amb un ventilador o l'aigua amb una bomba.
 - **Radiació:** és la calor emesa per un cos a causa de la seva temperatura.



Activitats prèvies

1. Mapa tèrmic de l'aula

- ◆ Divideix l'alumnat en grups.
- ◆ Demana que observin, i després dibuixin, les zones que creuen que seran més càlides i fredes, en els espais on es realitzaran les mesures, tenint en compte factors que influeixen en les variacions de la temperatura, com les finestres, radiadors, parets i, fins i tot, corrents d'aire, per elaborar un "mapa de sensació tèrmica".
- ◆ Explica els conceptes teòrics clau.

2. Preguntes inicials

- ◆ Fes-los reflexionar sobre si creuen que aquests espais tenen les condicions òptimes o si, al contrari, es podrien implementar millores per tenir un bon confort tèrmic.

Procediment

Mesures inicials:

- ◆ Assigna espais diferents a cada grup (aula, gimnàs, passadís, sala d'ordinadors). També us podeu centrar en mesurar un sol espai, que podria ser la mateixa aula.
- ◆ Demana que mesurin temperatura, humitat i CO₂ en diversos moments del dia (entrada, pati abans i després, última hora).
- ◆ Assegura't que el mesurador de CO₂ estigui correctament instal·lat: a 1,5 m del terra, lluny de corrents d'aire i d'altres fonts directes d'emissió (sobretot és important que l'alumnat no respiri damunt del sensor, ja que això fa que la concentració de CO₂ augmenti, i la temperatura i la humitat també variïn).

Com provocar canvis en els paràmetres?

- ◆ Dia 1: Ventilar durant 5 minuts.
- ◆ Dia 2: Aïllar les finestres amb paper d'alumini.
- ◆ Dia 3: Aïllar les finestres amb cartó o plàstic.
- ◆ Dia 4: Incrementar la humitat amb un humidificador.
- ◆ Dia 5: Augmentar la temperatura i la humitat de l'espai escalfant aigua.

Anàlisi de resultats:

- ◆ Demana que els grups facin un gràfic per espai per a cada una de les variables mesurades i que comparin les dades obtingudes segons els diferents moments en què es va realitzar la mesura.
- ◆ Facilita un debat sobre els factors que influeixen en el confort tèrmic i propostes de millora.

Activitats de reflexió

Demana que extreguin conclusions:

- ◆ Hi ha algun espai on s'acumuli més CO₂?
- ◆ Com varia segons l'hora del dia? I com ho explicaries?
- ◆ Com t'afecten la temperatura, la humitat i el CO₂ al confort tèrmic?
- ◆ Quines solucions podríem aplicar per equilibrar aquests factors?
- ◆ Quines accions senzilles podries implementar a la teva aula per millorar el confort tèrmic i, alhora, reduir el consum energètic?
- ◆ Quin equilibri proposaries entre comoditat i sostenibilitat?

Tingues en compte la diferència entre l'hivern i l'estiu. Per exemple, pensa per què la recomanació dels nivells òptims recomanats, la temperatura és més alta a l'estiu que a l'hivern.

Recursos per a docents

Nivells òptims recomanats

Segons la normativa actual i les recomanacions d'organismes oficials com l'Institut Nacional de Seguretat i Salut en el Treball (INSST) i l'Organització Mundial de la Salut (OMS):

- ◆ **Concentració de CO₂:**
 - Nivells acceptables: per sota de 800 ppm (parts per milió).
 - Nivells moderats: entre 800 i 1000 ppm.
 - Nivells crítics: per sobre de 1000 ppm, es recomana augmentar la ventilació.

◆ **Temperatura ambient:**

- A l'hivern: entre 20-22 °C.
- A l'estiu: entre 24-26 °C.
- Variacions majors a ± 2 °C poden generar incomoditat i afectar el confort tèrmic.

◆ **Humitat relativa:**

- Valors recomanats: entre el 40 % i el 60 %.
- Per sota del 30 %: pot causar irritació als ulls i a la gola.
- Per sobre del 70 %: augmenta el risc d'aparició de floridura i problemes respiratoris.

Consells pràctics

Si els valors de CO₂ són elevats:

- ◆ Augmenta la ventilació obrint finestres durant 5-10 minuts cada hora.
- ◆ Considera la instal·lació de ventilació mecànica si els nivells es mantenen alts.

Si els valors de temperatura fluctuen:

- ◆ Reforça l'aïllament en finestres i portes

Si la humitat és baixa:

- ◆ Col·loca recipients amb aigua o utilitza humidificadors en espais tancats.

Resum d'accions senzilles per millorar el confort tèrmic i la qualitat de l'aire

Per mantenir una qualitat de l'aire adequada:

- ◆ Ventila regularment:
 - Obre les finestres durant 5-10 minuts diverses vegades al dia.
 - Si l'espai és molt concorregut, augmenta la freqüència de ventilació.
- ◆ Evita obstacles en les corrents d'aire:
 - No col·loquis mobles o cortines que bloquegin les finestres o reixes de ventilació.
- ◆ Controla el CO₂:
 - Instal·la sensors de CO₂ en llocs estratègics per monitoritzar els nivells.
 - Mantén la concentració per sota de 800 ppm.

Per millorar el confort tèrmic:

- ◆ Aïllament tèrmic:
 - Reforça finestres i portes amb materials aïllants.
 - Utilitza cortines gruixudes a l'hivern per reforçar l'aïllament i cortines lleugeres a l'estiu per evitar el sobreescalfament.

◆ Ajusta la temperatura:

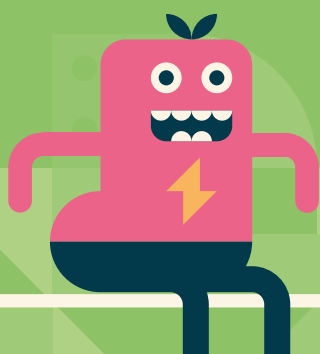
- Mantén la calefacción entre 20-22 °C a l'hivern i utilitza ventiladors o aire condicionat entre 24-26 °C a l'estiu.
- Evita canvis bruscos de temperatura.
- Per equilibrar temperatura i humitat:
 - Si la humitat està per sota del 40 %: Afegeix humidificadors o recipients amb aigua prop de fonts de calor.
 - Si la humitat supera el 60 %: Incrementa la ventilació o utilitza deshumidificadors.

Aprofundint en les investigacions de l'IREC

El projecte "Vigilants de la calor" pretén investigar el confort tèrmic que hi ha a les llars de les famílies amb nens i joves de l'àrea metropolitana de Barcelona durant períodes càlids. Els nens i joves col·laboraran amb la recerca que porten a terme les científiques i contribuiran a generar noves dades per adaptar millor les nostres ciutats i llars al canvi climàtic i a la calor extrema.

gara

OPEN
LAB



IREC^R
Shaping Energy for a Sustainable Future



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES

FECYT
INNOVACIÓN

