

# Estudi de la dissipació de l'energia amb sensors i simulacions

VÍCTOR LÓPEZ SIMÓ I ANNA ARTIGAS ROIG

*Universitat Autònoma de Barcelona. CRECIM*

## RESUM

En aquesta experiència del projecte «REVIR» (Realitat-Virtualitat) que actualment el Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica (CRECIM) de la Universitat Autònoma de Barcelona ofereix a tots els centres de secundària catalans, proposem a alumnes de 4t d'ESO abordar en profunditat la dissipació d'energia associada a una frenada per fregament. S'estudia l'escalfament que es produeix entre dues superfícies i el posterior refredament per interacció amb l'entorn.

L'experiència es basa en un cicle d'aprenentatge en el qual s'utilitzen sensors MBL d'alta precisió per mesurar l'escalfament instantani d'una làmina de coure situada entre una roda i un fre, simulacions educatives especialment triades per a l'ocasió i altres activitats col·laboratives que ajuden els alumnes a construir un model de transferència d'energia.

## PARAULES CLAU

Projecte «REVIR», dissipació d'energia, treball pràctic, sensors MBL.

## OBJECTIUS

L'experiència didàctica que es presenta pretén ajudar els alumnes a construir un model de canvis i transferències energètiques de la natura que ajudi a superar moltes de les dificultats històricament identificades (Stylianidou, 1997; Pintó 2005). Per fer-ho, hem elaborat la pràctica anomenada «Dissipació d'energia per fregament», amb un guió en línia que integra imatges, vídeos i simulacions, i al qual es pot accedir a través de l'adreça web següent: [http://crecim.uab.cat/revir/index.php?option=com\\_content&task=view&id=35&Itemid=25](http://crecim.uab.cat/revir/index.php?option=com_content&task=view&id=35&Itemid=25).

La pràctica està integrada a l'entorn «REVIR» (Realitat-Virtualitat), una iniciativa del CRECIM que ofereix a estudiants de secundària la possibilitat de realitzar, a la

Universitat Autònoma de Barcelona, una pràctica de laboratori innovadora que els permeti abordar fenòmens científicament rellevants en profunditat.

## DESENVOLUPAMENT DE L'EXPERIÈNCIA

L'experiència didàctica gira entorn de la dissipació de l'energia que es produeix en un fregament entre una roda i un fre, durant el qual l'energia que inicialment s'associa al moviment d'una roda es transfereix a través del treball que la roda i el fre s'exerceixen mútuament. El resultat observat és l'augment de l'energia interna tant del fre com de la roda (escalfament).

Posteriorment, la interacció tèrmica entre els materials escalfats i l'ambient fa que les superfícies en contacte recuperin la temperatura. Com que es parteix d'una energia «lliure» que acaba essent degradada, es parla de *dissipació d'energia*.

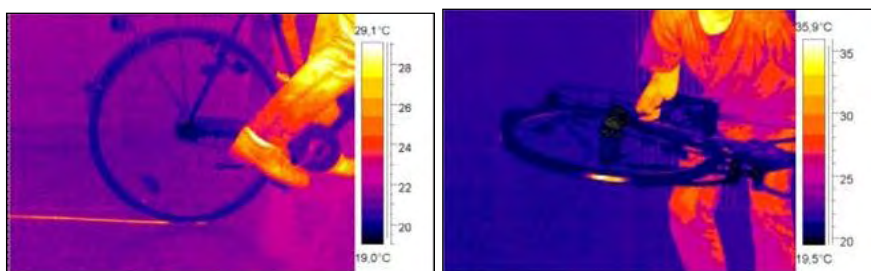


FIGURA 1. A través dels rajos IR, es pot observar l'escalfament per fregament entre una roda i el terra.

A continuació, s'exposa de forma sintetitzada els diferents apartats de la seqüència i les qüestions que s'aborden en cadascun d'ells.

### 1. *Exploració a través d'un fenomen proper*

A través de diferents vídeos (fig. 2 i 3), s'estudia la il·luminació a les rodes d'un cotxe de ral·li i s'indaga sobre la naturalesa d'aquest escalfament i el posterior refredament dels discos de fre.



FIGURES 2 i 3. Imatges del vídeos en els quals apareixen els discos de fre incandescents durant i després d'una frenada.

## 2. Introducció al model de transferències energètiques

Després d'estudiar com funciona un disc de fre, es demana als alumnes que formulin el fenomen de manera general. Per fer-ho, es discuteixen altres situacions en les quals aquest escalfament i el posterior refredament també succeeixen.

Tot seguit, s'analitza el muntatge experimental (fig. 4) que hi ha al laboratori, s'identifiquen els seus elements, es relacionen amb el fenomen real i es fa una predicció de l'evolució de la temperatura (abans, durant i després de la frenada) de la làmina de coure que servirà per frenar la roda i que patirà un escalfament pel treball de la roda.

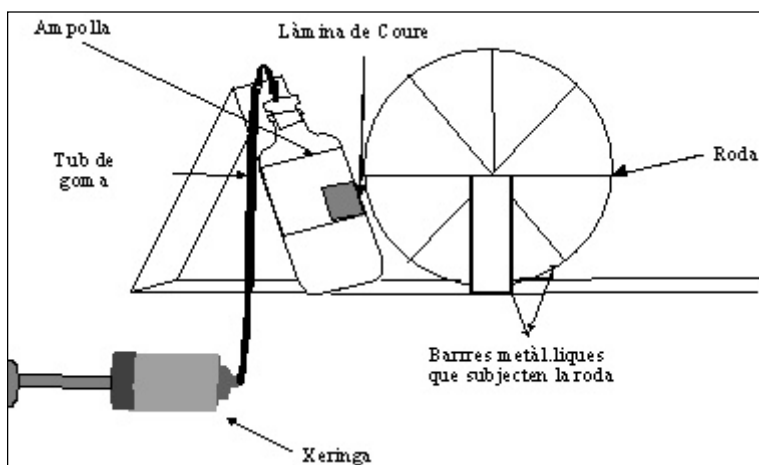


FIGURA 4. Esquema del muntatge experimental utilitzat durant la sessió.

Finalment, es prenen les dades relatives a la variació de temperatura experimentada i s'analitza la gràfica obtinguda amb el programa MultiLab, tot identificant les diferents etapes.

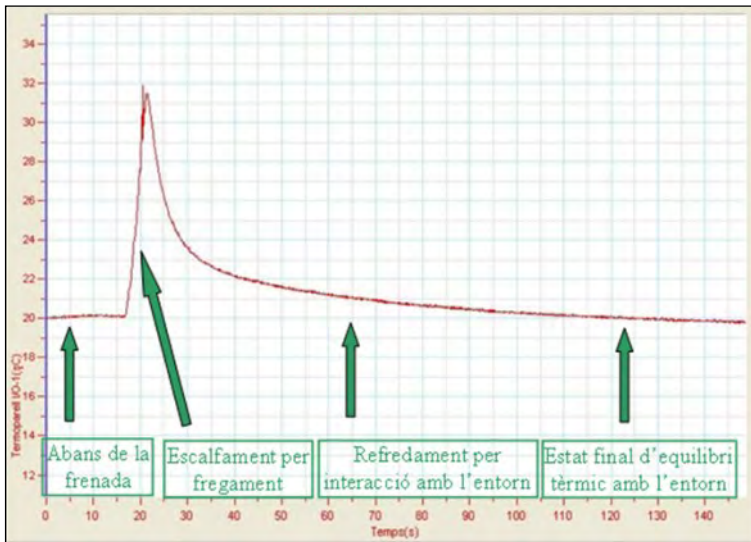


FIGURA 5. Gràfica de temperatura en funció del temps del coure i etapes identificades.

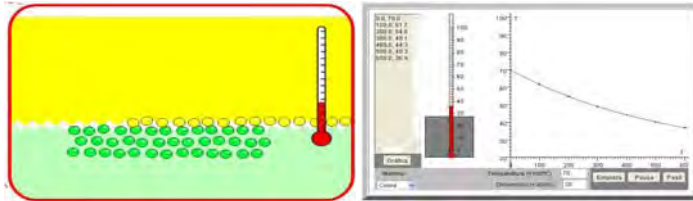
Un cop identificades les diferents etapes, es proposa a l'alumne que abordi les dues etapes centrals i els fenòmens físics que hi ha darrere de cada una d'elles.

### 3. Aprofundiment en l'escalfament per fregament

S'analitza en profunditat l'evolució de la temperatura durant un fregament sostingut i s'interpreten les interaccions microscòpiques que s'estan produint. Seguidament, a través d'una simulació educativa (fig. 6), s'estudia la relació entre les observacions macroscòpiques (fregament i escalfament) amb les interaccions microscòpiques (col·lisions i vibracions).

#### 4. Aprofundiment en el refredament per interacció amb l'entorn

S'estudia qualitativament la corba de refredament i les variables que hi intervien, tot utilitzant una simulació educativa (fig. 7) per analitzar aquesta corba i per introduir la idea d'*equilibri amb l'entorn* com a procés irreversible.



FIGURES 6 i 7. Representacions visuals de les simulacions utilitzades.

#### 5. Estructuració del model de transferències energètiques

A partir d'un joc en el qual s'associa el transvasament d'aigua d'un recipient a un altre a les transferències d'energia (Lawrence, 2007), es demana als alumnes que interpretin el procés estudiat a partir del model de transferències d'energia. D'aquesta manera, es pretén arribar a construir el model en el qual l'energia es transferenceix a través del treball i la calor i que, tot i que aquesta es conservi en un sistema tancat, l'energia inicialment «útil» esdevé, de forma irreversible, degradada.

#### 6. Generalització i aplicació a altres contextos

Finalment, es demana als alumnes que a partir del model construït interpretin la diferència entre el consum urbà i l'extraurbà de la majoria dels vehicles.

### RESULTATS

L'experiència ha estat dissenyada durant el gener de 2011 i s'està implementant a l'entorn «REVIR» pels mesos de febrer i març. En la implementació actual, s'estan recollint dades sobre les dificultats que es troben els alumnes i, de forma preliminar, s'han identificat dificultats de diferent naturalesa.

A tall d'exemple, algunes de les dificultats més comunes que tractarem d'abordar de manera específica en els propers mesos són les següents:

a) De tipus conceptual, associades a concepcions espontànies.

Resposta d'un alumne: «El coure inicialment està a 10 °C perquè els metalls estan més freds [que la temperatura ambient, que és de 20 °C]».

b) Relacionades amb les representacions visuals i les seves interpretacions.

Fig. 8, esquerra: representació feta per un alumne quan se li demana que dibuixi la corba exponencial que havia sortit anteriorment per pantalla (fig. 8, dreta).

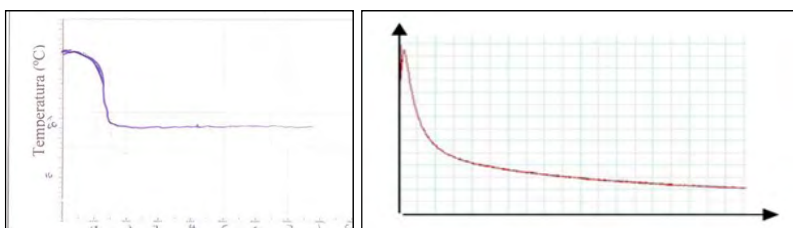


FIGURA 8. Representacions visuals de les simulacions utilitzades.

c) Relacionades amb la hipertextualitat del document.

En haver-hi enllaços i vídeos, hi ha una tendència generalitzada a saltar-se el text explicatiu i anar directament als vídeos.

## CONCLUSIONS

Hem presentat una experiència educativa dins de l'entorn «REVIR» destinada a ajudar els alumnes de secundària a aprofundir en les transferències d'energia tenint en compte el següent:

- La integració de diferents tecnologies informàtiques (com ara MBL, vídeos i simulacions) en cada una de les diferents fases d'un cicle d'aprenentatge (Pintó, 2010).

- La vertebració de l'experiència a través d'un procés d'indagació col·laboratiu que compta amb preguntes a resoldre, l'elaboració de prediccions, etc.

- El suport d'un context significatiu proper als alumnes i la connexió entre el fenomen real i el model utilitzat.

Fins al moment, aquesta pràctica ha tingut una bona rebuda per part dels centres visitants al «REVIR». En els propers mesos, seguirem el procés iteratiu de refinament i perfeccionament de l'experiència a través de la recollida de dades.

## REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- LAWRENCE, I. (2007). «Teaching energy: Thoughts from the SPT11-14 project». *Physics Education*, 42(2): 402-409.
- PINTÓ, R. [et al.] (2005). «Using research on teachers' transformations of innovations to inform teacher education: The case of energy degradation». *Science Education*, 89(1): 38-55.
- (2010). «An inquiry-oriented approach for making the best use of ICT in the classroom». *eLearning Papers*, 20.
- STYLIANIDOU, F. (1997). «Children's learning about energy and processes of change». *School Science Review*, 78(286): 91-97.