

*L'article tracta del problema mediambiental de la contaminació lumínica fent al·lusió a les diverses repercussions que té aquest fenomen. Es proposen dues maneres d'abordar-lo. L'una, centrant-se en la causa del problema (l'enllumenat habitual d'exteriors), i proposant una unitat didàctica amb important treball de camp als carrers del municipi; l'altra, enfocada sobre una de les conseqüències més evidents (la resplendor del cel nocturn), on es proposa una activitat de col·laboració en campanyes internacionals de control, a través d'una senzilla observació local del cel nocturn.*

## **La contaminació lumínica: s'apaguen les estrelles (i alguna cosa més)**

L'Any Internacional de l'Astronomia 2009 avança alhora que continua convidant-nos a gaudir d'una de les ciències més belles. Però també ens farà saber que no es donen totes les condicions requerides per viure plenament l'astronomia. La plaga de la contaminació lumínica ve, amb el seu excés de llum, a apagar la llum dels astres, fins a fer-los perdre de vista. I aquest problema ambiental, del qual a penes es parlava fins no fa gaire, ha crescut monstruosament en pocs anys.

En aquest aspecte han confluït diversos factors perquè el fenomen s'estengui fins a escapar-se'ns de les mans. D'una banda, l'ancestral afany de la humanitat de «més llum» de nit. Antigament, aquest afany tenia ple sentit, perquè la foscor impossibilitava les activitats nocturnes. En el transcurs del segle xx, la situació s'ha invertit, però hi ha qui continua pensant «per inèrcia» que de nit cal fer més llum, encara que ja hi hagi molts llocs amb un enllumenat més que suficient, i fins i tot excessiu.

D'altra banda, els avenços tècnics han portat làmpades cada vegada més potents, com també quantitats enormes d'electricitat per encendre-les, i totes dues coses han afavorit el desenvolupament de l'enllumenat fins a extrems d'abús. I també hi han degut influir falses idees arrelades en la gent, com per exemple: equiparar qualitat d'enllumenat

**Juan Antonio Alduncin**

Sociedad de Ciencias Aranzadi. Cel Fosc, Associació contra la contaminació lumínica

**Kristina Zuza**

Departament de Física Aplicada, Universidad del País Vasco. Uzturpe Ikastola, Ibarra

24 Conèixer els astres

a potència de la llum, en lloc d'atendre altres paràmetres més importants, com la correcta focalització, l'ajustament d'intensitat i la uniformitat. O desconèixer la despesa enorme de recursos energètics i l'excessiva emissió de  $\text{CO}_2$  que implica l'enllumenat d'exterior avui dia. O, simplement, no valorar la importància de la foscor de la nit en el medi ambient, no solament per mantenir visible el cel, sinó per respectar l'equilibri d'ecosistemes (animals nocturns, ocells migratoris), per permetre unes condicions adequades al descans nocturn, fins i tot per garantir el correcte funcionament d'una hormona tan important com la melatonina.



*Ciutat i malbaratament a les 4 de la matinada*

Així, doncs, la contaminació per enllumenat és polifacètica en perjudicis. Abordarem l'anàlisi de dos aspectes concrets:

- 1) El malgastament d'energia i la consegüent sobreemissió de  $\text{CO}_2$  (gas d'efecte hivernacle, incompliment del protocol de Kyoto, canvi climàtic).
- 2) El deteriorament del firmament nocturn (tan oportú de considerar precisament en aquest Any Internacional de l'Astronomia).

Aquests dos aspectes poden ser descrits i quantificats, com veurem a continuació. I poden ser objecte d'una praxi didàctica escolar.

## Al voltant de les causes: les instal·lacions d'enllumenat

La causa del problema està en l'ús inadequat de l'enllumenat exterior nocturn per utilitzar més llum de la necessària, com lluminàries que deixen escapar part del feix per sobre de la seva horitzontal (en lloc d'enviar-lo al paviment); amb potències superiors a les recomanables; instal·lades en llocs on són innecessàries; enceses a hores més enllà del que és enraonat.

D'instal·lacions d'enllumenat, n'hi ha per totes les poblacions, i són abundants en exemples de tot tipus, fàcils d'identificar amb l'observació atenta durant un recorregut urbà. Per tant es presten a un treball de camp aplicable a una ciutat, un barri o un simple carrer.

Aquesta unitat didàctica per al Segon Cicle d'ESO es planteja com a un aprenentatge basat en una situació-problema, en el qual treballaran per ser competents a l'hora de presentar un informe a l'ajuntament de la localitat que contingui una anàlisi crítica de la situació, un treball de camp i una proposta de solució al problema mediambiental de la contaminació lumínica en la seva localitat, treballant en grup i servint-se de les TIC. Els estudiants han de formar grups de 3-4 persones i hi han de participar d'una manera activa.



*Prenent notes de l'enllumenat*

En un entorn interactiu basat en l'aprenentatge com a construcció de coneixement, el treball serà guiat pel professorat. El professorat proposarà les tasques següents, les quals faran que els estudiants avancin en la resolució del problema:

- I: Debate primer en grups i després entre tota la classe la importància d'abordar el tema de la contaminació lumínica, treure'n conclusions i qüestions d'interès a tractar.

26 Conèixer els astres

- II: En grups, buscar informació sobre lluminàries i bombetes (tipus, potències) i fer una selecció de les contaminants i les no contaminants; buscar informació sobre nivells d'il·luminació recomanats per a distints tipus de carrers, places...
- III: Treball de camp: en grups, estudiar distintes zones del poble i prendre apunts del tipus de lluminàries i bombetes que hi ha. Mesurar amb un luxòmetre la il·luminació mitjana en cada carrer o plaça.
- IV: Comparar les dades obtingudes, amb la informació compilada anteriorment. Decidir quines són les zones amb il·luminació correcta, excessiva o escassa. Proposar canvis que donin forma a una instal·lació renovada. Fer una estimació del CO<sub>2</sub> emès basant-se en el consum d'energia elèctrica anual (sabent que cada quilowatt hora consumit implica emetre 0,460 kg de CO<sub>2</sub>), tant en la situació actual com en la proposada. També es pot fer una estimació del cost de la factura elèctrica anual en tots dos casos.
- V: Presentar els resultats i les conclusions a l'ajuntament de la localitat.



*Estudiants d'Uzturpe Ikastola  
comprovant els enllumenats d'Ibarra*

Aquesta unitat didàctica es va implementar per primera vegada en la Ikastola Uzturpe d'Ibarra (Guipúscoa) en el curs 2004-2005 i els estudiants presentaren l'informe final a l'ajuntament. El 2008, el consistori d'Ibarra va encarregar a la Sociedad de Ciencias Aranzadi i l'Ente Vasco de la Energía un estudi professional de l'enllumenat públic. Aquest estudi va demostrar que es podia estalviar un 40 % de la factura elèctrica si es canviava a un enllumenat eficient i adequat.



*Nit rural amb Lluna ridiculitzada*

### **Al voltant dels efectes: avaluació de la visió d'estrelles**

L'excés d'enllumenat té com a conseqüència la dispersió de gran quantitat de llum per l'atmosfera, la qual perd la seva foscor nocturna natural. Aquesta claror del cel fa que no s'hi puguin distingir bé els astres, de manera que les estrelles es destaquen menys del normal, i les més tènues directament desapareixen de la vista. L'efecte s'estén a gran distància i afecta desenes de quilòmetres a la rodona de les ciutats, i arriba fàcilment a zones rurals allunyades on no esperaríem trobar aquesta contaminació. D'altra banda l'efecte varia segons la nuvolositat i el grau de transparència de l'atmosfera en diverses nits, fet que complica el mesuratge rigorós d'aquest fenomen.

Això no obstant, existeix un mètode directe i senzill d'avaluar els efectes de la contaminació lumínica, mesurant com afecta la qualitat

del cel en qualsevol lloc on ens trobem. Es tracta de sortir fora una nit clara sense Lluna, i després d'haver estat uns deu minuts de cara al cel (perquè els nostres ulls s'adaptin a la foscor, evitant mirar focus de llum), comptar el nombre d'estrelles visibles i comparar-lo amb el total que s'haurien de veure en una situació ideal, lliure de contaminació. Per descomptat, no es tracta de comptar totes les estrelles del cel, sinó de centrar-se en zones concretes, que solen estar en constel·lacions molt recognoscibles (com l'Óssa Major o Orió), i comparar allò que observem, amb diversos esquemes publicats d'aquestes constel·lacions. Els esquemes formen una sèrie: l'últim conté totes les estrelles teòricament visibles, i la resta en van tenint menys. Resten en el primer solament les estrelles més destacades. I cada esquema correspon amb un valor anomenat «magnitud límit estel·lar» (MALE). Per exemple, si les estrelles que arribem a veure en aquesta constel·lació coincideixen amb les de l'esquema de MALE = 4, direm que estem en situació de MALE 4. Això es tradueix en el fet que les condicions del cel i la contaminació lumínica ens permeten apreciar estrelles fins a la quarta magnitud, però no les més dèbils, com les de cinquena o sisena.

A partir del valor de MALE podem graduar el nivell de contaminació lumínica només mirant aquesta taula:

MALE	Contaminació lumínica	Estrelles visibles en un hemisferi	Estrelles perdudes de vista
2	Extrema	26 (0,8 %)	3365
3	Molt alta	79 (2,3 %)	3312
4	Acusada	301 (9 %)	3090
5	Lleugera	1032 (31 %)	2359
6	Nul·la	3391 (100 %)	-

En l'Any Internacional de l'Astronomia s'ha organitzat la campanya IACO: [www.iaco.es](http://www.iaco.es), que planteja aquesta activitat a escala d'Espanya i s'ha invitat a participar-hi tant col·lectius (per exemple, centres escolars) com persones individuals. Campanyes del mateix tipus, obertes a tothom a nivell internacional, són: Great World Wide Star Count: [www.windows.ucar.edu/citizen\\_science/starcount/](http://www.windows.ucar.edu/citizen_science/starcount/), i Globe at Night: [www.globe.gov/GaN/](http://www.globe.gov/GaN/).

És molt fàcil participar en aquestes campanyes i totes bolquen les dades aportades en un mapa que reflecteix la mesura de contaminació lumínica arreu del món, i que es pot veure per Internet.

## Bibliografia

Sociedad de Ciencias Aranzadi y CADEM: *Consideraciones sobre el uso racional de la energía y la contaminación lumínica en las instalaciones de alumbrado exterior*. Diputación Foral de Guipuzkoa, 2006.

ALDUNCIN, J. A. «Contaminación lumínica», a *Actas de los VI encuentros para la enseñanza de la astronomía*. San Sebastián: ApEA, 2005.

ZUZA, K. «Taller sobre contaminación lumínica», a *Actas de los VI encuentros para la enseñanza de la astronomía*. San Sebastián: ApEA, 2005.

HERRANZ DORREMOCHEA, C. «El impacto ambiental de la iluminación nocturna artificial». *GOROSTI, Cuadernos de Ciencias Naturales de Navarra*, núm. 17, 2002.

J. GUIASOLA, FURIÓ, CEBERIO, J. i M. «Science Education base on developing guided research», a V. Thomase (Ed.), *Science Education in Focus*, Cap. 6è. Nova York: Novapublisher Inc., 2008.

*Aranzadiana 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008* (Memoria anual de la Sociedad de Ciencias Aranzadi) <http://www.aranzadi-zientziak.org/index.php?id=17>.

Cel Fosc, Associació contra la contaminació lumínica, <http://www.celfosc.org/>, secció Biblioteca.

Normas de la OTPC, Instituto de Astrofísica de Canarias: <http://www.iac.es/servicios.php?op1=28>.