

La Física i la Química de la Llum
X Jornada de Física i Química a l'I.E.C.
2015-Any Internacional de la Llum i de les Tecnologies basades en la Llum
Marta Segura i Josep M. Valls
5 de novembre de 2014

Text de la Conferència

Bona tarda. Com que ens ha tocat a nosaltres presentar la didàctica de la Llum en l'ensenyament secundari (ESO i Batxillerat), imaginarem per un moment que tots vosaltres sou alumnes de secundària, que esteu en una aula, i que el professor us vol parlar de la llum, millor dit, us vol introduir en la comprensió del que és la llum.

Comencem doncs: Jo deixo anar una pregunta. *Teniu clar el que és la Llum?* Recordeu que ara sou tots alumnes de secundària. Segueixo.

Són ones que surten dels objectes lluminosos i arriben a la matèria que els envolta? Són partícules que surten dels focus lluminosos i que arriben a la matèria?

Deixant apart les primeres teories dels grecs sobre la llum, aquestes dues preguntes han estat sempre en la ment de científics per voler donar un model comprensible d'aquest fenomen tan evident i natural, que els éssers humans necessitem per viure.

El Sol ha estat en moltes civilitzacions un déu, perquè la llum és indispensable i sense ella no hi ha vida.

La descoberta del foc per l'home primitiu va ser l'inici de l'evolució cap a la tecnologia. Heus aquí la Física i la Química de la Llum.

Tornem ara als nostres dos models:

Jo li passaré aquest voluntari una pilota petita.

Què és el que li he passat ?

Una pilota, una bola, una esfera, un tros de goma, MATÈRIA?

I si jo li envio la pilota amb més força?

Arribarem a la conclusió: Matèria i Energia.

La Llum no podria ser el mateix? Pensem en el rebot d'una pilota contra la paret i del canvi de velocitat i de direcció quan alguna cosa entra a l'aigua. Els fenòmens de la reflexió i de la refracció s'expliquen molt bé amb aquest model. És el model de Newton que es manté durant molts anys en la Història de la Ciència.

Però la descoberta de fenòmens nous posen en dubte aquest model: les interferències (llum més llum = fosc, per exemple) i sobretot la difracció (com pot ser que es trenqui un corpuscle de llum en trossets?).

Ara fem una experiència de difracció amb laser.

Altres científics, a poc a poc, elaboren un nou model: Huygens, Fresnel, i, després de la descoberta de les ones electromagnètiques, Hertz i Maxwell, donen com a bo el model ondulatori fins a principis del passat segle XX. Aquest model també explicava la reflexió i la refracció.

Vegem aquest model.

Jo dono aquest ressort al nostre voluntari.

Cal anar en compte en agafar-lo bé perquè sinó podem fer mal mútuament.

I faig l'experiment de comprimir-lo en un punt.

Què és el que jo li he passat a ell?

Energia. Només energia.

Evidentment aquest és un model, ja que sabem que la llum és una ona transversal i aquesta és longitudinal. Però els models ajuden.

Igual que les ones sonores els partidaris de la nova teoria ondulatoria creien que, igual que el so (que és el model que hem vist), la llum es propagava sobre un substrat material que ningú sabia què era: l'èter lluminós. L'aprofundiment en les ones electromagnètiques va demostrar que això no existia i que la pertorbació dels camps elèctrics i magnètics creada pels electrons de dintre dels àtoms, es propaga perfectament (i millor que no pas en la matèria) en el buit més absolut.

A principis del segle XX apareix una fenomen lluminós que no explica la teoria ondulatoria: l'efecte fotoelèctric.

No l'explicarem. Però sí que en farem un altre que tampoc es pot explicar amb ones.

Apagarem les llums i exposarem aquesta placa fosforescent a llum roja, laser roig, llum verda i llum blava i en traurem conseqüències.

Experiments dels leds i el laser roig en la fosforescència.

Si la teoria del model ondulatori fos correcte una major energia hauria de fer possible la fosforescència. I tant la llum roja com la verda com la blava hauria de produir-la. I no és així.

Aquest experiment és molt semblant al de l'efecte fotoelèctric.

És Einstein qui soluciona l'enigma, pensant que la llum està feta de FOTONS, partícules d'energia pura. La interacció amb els electrons de la placa fosforescent només es pot donar si aquests fotons tenen una energia correcta. Si no és així, per molts fotons que hi hagi (com és el cas del Làser), no hi haurà fosforescència.

Newton tenia raó ?

No hem pas trobat la solució: els dos models segueixen vius actualment i hem d'agafar l'un o l'altre per anar explicant i justificant els diferents fenòmens.

Y les fonts de Llum?

Com tenim llum, si deixem apart el Sol i les estrelles?

Encenem el foc verd.

El FOC. Així van començar les primeres tecnologies. I durant molts anys la llum associada sempre a la calor, l'anomenada *incandescència*, va ser l'única font de llum útil de la humanitat.

Però l'ésser humà no va poder aprofitar altres formes de llum que no tenen res a veure amb la incandescència: són la *descàrrega en gasos* i la *luminescència* o llum freda. El llamp va ser quelcom esfereïdor i terrible. Tampoc avui dia té cap utilitat. Es una descàrrega en gasos. Però el segle XX, la tecnologia ens ha donat els tubs fluorescents i ara tenim les làmpades compactes anomenades de baix consum que il·luminen les nostres llars.

També els nostres avantpassats devien meravellar-se quan veien aquells animalets petits, les anomenades "cuques de llum" que destacaven en la foscor. No eren pas útils però manifestaven una tercera font de llum: la llum freda, anomenada també luminescència.

Tenim molts tipus de luminescència. Aquí la química hi juga un paper important. Potser no tant important com el foc, que no és ni més ni menys que una reacció química que emet llum.

En primer lloc citem els LEDs. El dopatge dels nitrurs, fosfurs i arseniürs de gal·li són processos físics que necessiten de la química. Aquests LEDs blancs de llum produïda per forta fluorescència estan ja desbancant les làmpades compactes de baix consum. I els futurs Leds orgànics, amb tecnologies molt sofisticades seran la base de les noves il·luminacions.

Però seguim i acabem amb la química pura, amb les reaccions químiques. Podem reproduir el que la natura ha fet sempre: la bioluminescència. Una reacció química que directament ens dona llum, o bé que dóna energia suficient per excitar molècules presents perquè donin llum. Les barres de llum, els "stick lights" en són un exemple.

Experiments del luminol

Experiment de les barres de llum.

La llum. Sabem que és tan important com l'aliment per a la nostra vida. I és una realitat normal, que moltes vegades no valorem, però és la més gran de les meravelles del nostre Univers. Esperem que al 2015, l'any internacional de la Llum, ajudi a tots a adonar-nos que ho és. Moltes gràcies per escoltar-nos.