



Recursos per a l'aula (batx.)

## LA FÍSICA DE BATXILLERAT I LA CLOSCA DE HAWKING

Antoni Riba

*Classe teòrica, classe de problemes, de tant en tant classe al laboratori... Ara cinemàtica, ara dinàmica, ara...*

*Innovem, canviem, millorem...?*

*Actualment, la motivació del professorat que any rere any repeteix els mateixos continguts amb la mateixa metodologia i el poc interès dels alumnes pels continguts d'aquests programes, que encara presenten una orientació que no ha canviat des de fa molts anys, comporten una dificultat afegida en l'ensenyament de la física.*

*A més, el repte d'educar en la lectura i potenciar, precisament, el gust per la literatura de divulgació científica de qualitat que cada vegada més tenim més a l'abast, exigeixen algunes estratègies metodològiques com les que ens proposa l'autor en aquest recurs.*

## Guia del professorat

### Introducció

Aquí es presenta una experiència que pretén aportar una imatge diferent d'aquesta matèria. Una imatge d'una matèria dinàmica en coneixements. Una matèria des de la qual es poden treballar conceptes avançats que permeten donar resposta a temes que inquieten el nostre alumnat, la nostra societat. Una manera de veure la física que ha de permetre al professorat augmentar la pròpia motivació i la de l'alumnat.



Fig 1: L'UNIVERS EN UNA CLOSCA DE NOU

Hawking, Stephen W.

Columna Edicions, S.A.

ISBN 978-84-664-0201-9 | 23 €

215 pàgines

Publicat 11/03/2002 | Assaig | Català

Aquesta experiència docent es porta a terme en la matèria de Física al 2n curs de batxillerat, i consisteix en l'aprofitament del llibre de *L'univers en una closca de nou* de Stephen Hawking ([http://ca.wikipedia.org/wiki/Stephen\\_Hawking](http://ca.wikipedia.org/wiki/Stephen_Hawking)), mitjançant una lectura comentada.

### Valoració

Aquesta experiència s'ha realitzat durant els darrers quatre cursos acadèmics.

La lectura d'aquest llibre permet als alumnes poder opinar, assenyadament, sobre temes d'actualitat relacionats amb la física i la ciència en general; adquirir una visió de la física dinàmica, canviant i sotmesa a revisió contínua en el decurs de la història; comprendre la metodologia científica per usar-la amb propietat en els àmbits especialitzats i poder-la explicar en el llenguatge quotidià; valorar críticament la importància de la física en l'avenç progressiu del coneixement del món, valorar críticament la contribució de la ciència i de la tècnica al progrés i benestar de la humanitat;

conscienciar dels perills que comporta un mal ús dels avenços científics i tècnics, apreciar el caràcter objectiu i antidogmàtic de la ciència i de la necessitat fer-ne una revisió contínua com a element intrínsec d'aquest camp de coneixement.

L'avaluació de l'aprenentatge es realitza mitjançant preguntes a classe i un control final.

D'altra banda, l'avaluació de l'activitat es fa mitjançant un qüestionari a l'alumnat. Els resultats del qüestionari han estat els següents:

- La lectura del llibre ha estat difícil per al 80 % dels alumnes i molt difícil per al 20 % restant.

- La lectura ha servit per comprendre millor el món en què vivim: un 89 % hi ha contestat afirmativament.
- La lectura ha servit per comprendre millor la física: un 69 % hi ha contestat afirmativament.
- El llibre ha contestat a preguntes sobre les quals ha estat meditant o debatent amb companys: un 88% hi ha contestat positivament.
- Pensa que havia valgut la pena el temps emprat: un 97 % ha considerat que sí.
- Quant al sistema emprat (lectura-explicació), un 86 % hi ha contestat positivament. Algunes aportacions manifesten la necessitat d'incorporar més imatges visuals per millorar la comprensió.
- Finalment, un 97 % dels alumnes recomana la lectura del llibre als companys.

Podem observar, doncs, que tant el professorat com de l'alumnat ha valorat l'experiència molt positivament. Cal remarcar els alts percentatges de comprensió del món en què vivim i de preguntes que a vegades els alumnes s'havien formulat, i de la utilitat de l'experiència.

Tot i els grans avantatges que reporta la lectura d'aquest llibre, al principi pot semblar que la complexitat, l'obligatorietat de lectura i "el que hem deixat de fer" poden ser inconvenients difícils de salvar.

Respecte a la dificultat dels conceptes que s'empenen en el llibre, aquests s'han intentat explicar sobre la base del coneixement previ de l'alumne i s'ha prioritzat, sempre, la comprensió global respecte a aspectes molt particulars i l'interès que han mostrat en qüestions determinades.

Per tal de pal·liar aquest problema, s'ha emprat una metodologia de lectura prèvia de cada capítol per part dels alumnes, seguida d'una breu explicació dels conceptes que es consideren més complexes per a l'alumnat, a l'hora que s'obre un debat sobre els aspectes més actuals o més entroncats amb els continguts del currículum de la matèria. Finalment per tal de valorar l'aprenentatge es realitza un control del llibre a partir dels conceptes que s'han treballat a la classe.

Com a contrapartida a les dificultats, els guanys quant a comprensió científica de fons i comprensió de la realitat física actual han estat molt grans. Els alumnes han vist la física des d'un punt de vista molt més ampli que el d'aprendre a resoldre problemes. Han vist com es poden explicar qüestions quotidianes mitjançant teories científiques actuals, han palpat el desenvolupament del pensament científic al llarg de la història i han indagat en el mètode científic des d'una òptica diferent.

Per evitar el segon problema, l'obligatorietat i la poca motivació, l'activitat lectora és opcional, de la qual s'exposen els avantatges que pot suposar com a recompensa per l'alumnat en la nota final de batxillerat (aprovar per departament un % addicional, que no pugui representar una disminució de la nota) i en la seva formació. Els alumnes no es neguen a formar part de l'experiència amb aquests arguments. Tothom, s'hi apuntat voluntàriament (fins i tot en casos en que *a priori*, el professor, podria esperar tenir problemes). El primer dia de classe s'ha de tenir força convicció en un mateix! S'ha de saber transmetre com n'és, de profitós, l'experiència. Tot i això, si algun alumne no hi vol participar, durant les sessions corresponents el podem apartar (si l'aula ho permet) perquè faci problemes. Si el nombre d'alumnes que no hi volen participar és massa elevat cal plantejar-nos la possibilitat de no fer l'experiència.

Respecte a la utilitat del temps, ni els mateixos alumnes no la consideren com una pèrdua de temps, ni des del punt de vista del professorat ha suposat una mancança quant a continguts. Es pot realitzar l'activitat durant les hores "dolentes" (per exemple, l'última del matí) o durant les setmanes que els



Fig 2: Stephen William Hawking (Oxford, Anglaterra 1942) és un físic i matemàtic anglès. Aquí el veiem el 1965 el dia del casament amb la seva primera dona.

alumnes tenen molts exàmens. És important que no es perdi el fil de la lectura, però alhora que no entorpeixi excessivament la seqüenciació del temari. Es pot adequar molt als hàbits del professorat (si fem una classe teòrica i una de problemes, la tercera pot ser de lectura). Això permet aconseguir més interès per part de l'alumnat: s'ha de viure com un canvi positiu en la rutina diària.

## Temporització

A continuació es presenta, en forma de tres blocs: inicial, continu i final, una possible seqüenciació, que inclou com una a mena de programació els objectius de cada sessió i les eines o mitjans que ha emprat el professorat.

**Primera sessió.** Primer dia de classe del curs.

### Objectiu

**A)** Conscienciar a l'alumnat de la utilitat de la lectura.

### Eines:

- % de la nota final de batxillerat.
- Veure la física d'una manera diferent, conèixer si són possibles els viatges en el temps, com va començar l'univers...
- Activitat alternativa que es durà a terme.

**7 sessions.** Es recomana fer-les durant el 1r trimestre i al principi del 2n.

### Objectius

**A)** Fer palesa l'existència d'una física realment moderna i actual. Introduir conceptes de física actual.

**B)** Fer referència, quan és possible, a les limitacions de la física clàssica i la manera com actualment se superen aquestes limitacions.

**C)** Atendre a l'evolució històrica dels esquemes conceptuals, incorporar-hi informació i reflexió sobre l'evolució històrica dels conceptes i de les actituds predominants en l'àmbit de la física

**D)** Repassar o ampliar conceptes sobre el temari de física de batxillerat (per exemple, l'efecte Doppler)

**E)** Debatre sobre supòsits que apareixen en pel·lícules... o sobre temàtiques que solen inquietar al ésser humà (viatges en el temps, origen de l'univers...)

**F)** Despertar en l'alumnat l'esperit d'indagació, de reflexió i d'argumentació respecte a qüestions quotidianes.

### Eines

- Lectura, a casa, de cada capítol.
- Preguntes del professor a classe sobre el capítol que han llegit (és bo disposar d'un esquema o guió previ). Es pren nota de les respostes en forma de positius si la resposta és coherent i denota la lectura del capítol.
- Motivar les preguntes dels mateixos alumnes per tal d'encetar debats. Sol ésser útil rellegir paràgrafs a classe.

**Darrera sessió.** Segons la nostra experiència, creiem que és bo que es faci l'últim dia abans de les vacances de Nadal (al desembre se solen fer poques classes "normals" i després de Nadal la urgència del treball de recerca sol ser fatídica, a més d'incorporar un salt espacial de memòria).

Pensem que l'objectiu és que ho entenguin, no que superin un examen. Per tant, si creiem que una part del llibre és fonamental, s'en pot remarcar la importància, (avisant-los, es pot intentar que ho preparin bé). Recordem que el llibre ja presenta prou dificultats de comprensió a aquest nivell.

### Objectiu:

**A)** Avaluar els coneixements adquirits amb atenció especial al lèxic.

### Eines:

- Es fa un control de 4, 5 o 6 preguntes força guiades sobre els temes més significatius i que poden considerar-se més útils per a una persona adulta formada en ciència.
- Qüestionari sobre la utilitat del treball.

## Exemple de guió i debat

Capítol 4.	
Pàg. 104.	Determinisme (Laplace), predicció. Complexitat de les equacions. Caos.
Pàg. 105.	No podem començar: principi de l'indeterminisme. Mecànica quàntica (restauració).
Pàg. 107.	Equació de Schrödinger. Podem predir la funció d'ona.
Pàg. 108.	Prediccions: la física de Newton (temps absolut). Teoria especial de la relativitat (temps personal en una direcció, cadascú pot predir la funció d'ona). Teoria general de la relativitat (espai-temps corbat i distorsionat per la matèria i l'energia que conté, temps no augmenta suaument, la funció d'ona no es pot predir).



Fig 3: Stephen Hawking està severament discapacitat per patir esclerosi lateral amiotròfica (ELA), la qual cosa no li impedeix mantenir la seva alta activitat científica i pública.

Permet debatre els aspectes següents i emfatitzar-hi:

- Adonar-se del fet de fer física newtoniana (la major part de les vegades no ho tenen clar).
- Entendre què representa el principi d'indeterminació (ja s'havia explicat una mica en altres capítols; ara n'acaben de veure les implicacions, camps zero...).
- Conèixer l'existència de la funció d'ona (derivades parcials, operadors matemàtics ,hamiltonià... ). N'hauran sentit a parlar abans d'arribar a la facultat.
- Discutir i argüir, amb fonament, si és possible predir el futur (que disposin d'eines per rebatre a l'astrologia, si volen).

## Exemple de control

- 1) Què és el model d'univers membrana? Quin fenomen experimental concorda amb aquesta visió? Quin és en aquest cas la història del temps? És la nina russa tant petita com es podria esperar?
- 2) Són possibles o probables, els viatges en el temps? N'i ha hagut? Explica-ho segons les diferents teories.
- 3) Comenta com entens que va sorgir la teoria de la relativitat. En quins conceptes començaren a sorgir discrepàncies? Quins fets experimentals ens portaren a una nova teoria? Quins són els conceptes més significativament modificats per la teoria de la relativitat?
- 4) L'univers és infinit? És perdurable? Té una vida gaire llarga? Què es deduí de les observacions de Hubble? Com són les possibles històries de l'univers?
- 5) Notícia de premsa (19/12/02, *El País*): "Un chorro de agujero negro ataca una galaxia: Un chorro de radiación y partículas, emitido en un agujero negro supermasivo, está arremetiendo contra una galaxia cercana".

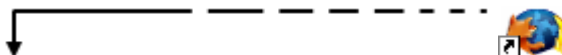
Comenta aquesta notícia emprant els coneixements adquirits sobre forats negres.



## Qüestionari

Aquest qüestionari és el que s'ha fet servir per valorar

l'activitat.



En acabar pots imprimir-lo i lliurar-lo al professor o professora.

Nom:

1) Com has trobat la lectura del llibre

- Fàcil  Normal  Difícil  Molt difícil

2) T'ha semblat útil el Sistema de lectura-explicació?

- Sí  No  N'hi ha d'altres que són millors

3) La lectura del llibre t'ha servit per comprendre millor el món en que vius?

- Sí  No

4) El llibre contesta a preguntes que alguna vegada t'havies plantejat?

- Sí  No

5) Les explicacions a aquestes preguntes, t'han servit?

- Sí  No

6) A partir de la lectura del llibre, creus que comprens millor què és la física?

- Sí  No

7) Creus que ha valgut la pena llegir el llibre?

- Sí  No

8) Recomanaries la lectura del llibre als teus companys?

- Sí  No

## Observacions o comentaris

No ocupis més espai que el visible...

No ocupis més espai que el visible...



## Agraïments

Aquesta experiència no es podria haver dut a terme sense el magnífic llibre elaborat per Stephen Hawking traduït per David Jou. Gràcies a tots dos.

---

**Antoni Riba**

Llicenciat en ciències físiques per la Universitat de Barcelona i professor de física de l'IES l'Alt Berguedà.  
Adreça electrònica: [ariba@xtec.cat](mailto:ariba@xtec.cat)