



**BOJOS PER LES  
PARTÍCULES  
(PARTICLE FEVER)**

Proposta didàctica de Ramon Breu

**SINOPSI**

*Bojos per les partícules* ens narra com va començar a funcionar el *Gran Col·lisionador d'Hadrons*, la màquina més gran feta per l'ésser humà, construïda amb l'objectiu de saber com es va crear la matèria i comprendre les lleis bàsiques de la física. Aquest extraordinari enginy va ser capaç de recrear les condicions que existien moments després del *Big bang*. 10.000 científics de més de 100 països van estar pendents del gran moment. Però aquest vibrant documental no només ens apropa el descobriment científic més significatiu i inspirador de la nostra generació és, sobretot, un emocionant elogi de la recerca científica, un cant a l'esforç i a la constància dels investigadors i investigadores de tot el món que treballen, lluny dels focus mediàtics, per al progrés de la Humanitat.

**FITXA DE LA PEL·LÍCULA**

Títol: *Bojos per les partícules (Particle Fever)*

Direcció: Mark Levinson

Producció: David Kaplan; Mark Levinson; Andrea Miller i Carla Solomon.

Fotografia: Claudia Raschke-Robinson

Muntatge: Walter Murch

So: Tom Paul

Música: Robert Miller

Productora: Anthos Media LLC

Durada: 99 minuts

Versió original en anglès, francès, italià i alemany. Subtítols en català.

[http://www.eldocumentaldelmes.com/ca/documentals/234-bojos\\_per\\_les\\_part\\_cules.html](http://www.eldocumentaldelmes.com/ca/documentals/234-bojos_per_les_part_cules.html)

## PANTALLA D'ACTIVITATS

1. Escriviu la sinopsi d'aquest documental.
2. Expliqueu per què serveix el *Gran Col·lisionador d'Hadrons*.
3. En les primeres seqüències del film, dos polítics republicans nord-americans donen la seva opinió sobre el projecte. Recordeu què diuen? Doneu la vostra opinió.
4. En *Bojos per les partícules* ens expliquen que hi ha dos tipus de científics, el teòrics i els experimentalistes, quina és la funció d'uns i altres?
5. Una estudiant de postgrau opina davant la càmera que ella creia que la física era un cúmulo de coses avorrides, llibres de text, teories, proves... Després de veure aquesta pel·lícula, opineu el mateix?
6. Després del *Big bang* només hi havia partícules i aquestes partícules ens porten la informació de com es va crear l'univers, de com és i de com serà. Tot el que coneixem està format per àtoms. Per quines tres partícules fonamentals estan formats? Per cert, què fou el *Big bang*?
7. Quins beneficis reporta aquest experiment? Per què creieu que l'opinió pública no en sabia gairebé res d'aquest projecte?
8. Una de les responsables de la investigació, Paola Gianotti, diu que la música i la física estan relacionades. Què us sembla? Hi esteu d'acord? Ho podeu explicar?
9. En què s'assembla una marató amb una investigació com la que ens explica el documental?
10. Tracteu d'explicar aquests conceptes que apareixen repetidament a *Bojos per les partícules* : *Supersimetria, caos, multivers i partícula de Higgs*.

11. En el tram final de la pel·lícula s'apunta una crítica als mitjans de comunicació quan parlen de ciència. O la frivolitzen i/o la tracten com un espectacle. Quina és la vostra opinió?

12. Qui és en Peter Higgs? Per què s'emociona tant al final de l'experiment?

13. El científic nord-americà d'origen grec, Savas Dimopoulos, diu que és un orgull per a la Humanitat que en un petit planeta com el nostre, amb els nostres petits cervells puguem entendre què passa a l'univers. També diu que és admirable que les lleis de la natura es puguin descriure amb l'ajut de les matemàtiques en un full...Comenteu aquestes afirmacions.

14. En el futur, de què servirà el *Gran Col·lisionador d'Hadrons*?

15. Comenteu la darrera frase que es diu en el documental: *La ciència, l'art són les coses menys útils, les que menys importen per a la nostra supervivència, però són les que ens fan més humans.*

## **LLENGUATGE I TÈCNIQUES AUDIOVISUALS**

1. En els primers instants del film, observem diferents moviments de càmera que ens descriuen la gran màquina: tràvelings i panoràmiques. Identifiqueu-los i expliqueu en què consisteixen.

2. En el minut 21 del documental assistim a una angulació zenital. En què consisteix aquest l'angulació zenital? L'heu vist en altres ocasions? On?

3. Molts dels científics que apareixen a la pel·lícula parlen directament a la càmera? Per què creieu que el director va optar per aquesta fórmula?

4. En les darreres seqüències apareix la imatge d'una embarcació a rem. Quina idea ens ve a il·lustrar?

Consulteu aquest *blog* si teniu algun dubte:

<http://llenguatgecinematografic.wordpress.com/>

## **TRÀVELING DE LECTURES**

### **ELS ÀTOMS I ELS SEUS COMPONENTS**

*La matèria que ens envolta és molt diversa i conèixer els seus components ha estat un dels gran reptes dels científics al llarg de la història. Per exemple, els antics grecs pensaven que la matèria estava constituïda per quatre elements: terra, aire, foc i aigua. Actualment sabem que la matèria està formada per partícules molt petites, és a dir, que la matèria no és infinitament divisible. Aquestes partícules són el que avui en dia coneixem com a àtoms.*

*Els àtoms estan formats per partícules encara més petites. Aquestes partícules s'anomenen protons, neutrons i electrons.*

*Els protons es troben a la part central de l'àtom, anomenat nucli de l'àtom, i tenen càrrega elèctrica positiva.*

*Els neutrons també es troben en el nucli de l'àtom i no tenen càrrega elèctrica.*

*Els electrons es troben a la part externa de l'àtom o escorça i tenen càrrega elèctrica negativa, el valor de la qual és idèntic a la càrrega dels protons. Ens podem imaginar un model d'àtom semblant al nostre sistema solar, on el Sol seria el nucli i els electrons, els planetes girant al seu voltant.*

*Per copsar les dimensions de l'àtom imaginem la següent comparació: si en un camp de futbol posem una pilota de golf al centre i una agulla de cap en una de les porteries, la distància entre la pilota i l'agulla és en proporció igual a la distància del nucli a l'electró.*

Ros, I.; Bassedas, M.; Conesa, S.; Segura, M. (2007) *Ciències de la Naturalesa. Física i Química. 3r d'ESO*. Barcelona: Barcanova. P. 38

### Activitats

1.- Realitzeu una recerca per saber quins filòsofs grecs, amb la voluntat de trobar l'element original de què està fet el cosmos, van proposar els anomenats quatre elements clàssic.

2.- Quina càrrega té el nucli d'un àtom?

3.- Representeu gràficament un àtom, amb els neutrons, protons i electrons.

### EL BIG BANG

*A mesura que passa el temps, l'univers s'engrandeix. Ara, però, imaginem que fem marxa enrere en el temps. Com més retrocedim en el temps, més s'ajunten les galàxies entre si. Si anéssim molt enrere en el temps veuríem les galàxies aplegades en un espai molt petit.*

*Així era tot en el començament. Segurament va haver-hi una gran explosió (Big bang, en anglès) a conseqüència de la qual l'univers encara s'expandeix. Si calculem a quina velocitat s'engrandeix l'univers i quant de temps li ha calgut per arribar a la seva actual grandària, sabrem que el Big bang es va produir fa uns 15 o 20 milions d'anys.*

*En el moment del Big bang, tota la matèria i energia de l'univers estava concentrada en un punt molt petit, que devia estar a una temperatura molt elevada, a bilions de graus. L'univers es va estendre i es va refredar, però encara hi ha punts calents, com les estrelles. Tanmateix, l'univers s'ha refredat moltíssim. Les ones lluminoses de la gran explosió es van estendre i es van*

*allargar a mesura que l'univers es refredava. Avui dia, s'han convertit en ones de ràdio de gran amplitud.*

*Aquestes ones de ràdio es van detectar el 1965. Els científics encara van poder sentir els darrers rumors del Big bang, molt dèbils després de tants anys.*

Isaac Asimov (1989) *Com va néixer l'Univers?* Barcelona: Cruïlla/SM. P. 18-21

### Activitats

1.- Investigueu les teories que intenten explicar què hi havia abans del *Big bang*.

2.- Quan es va produir el *Big bang*?

3.- Com estava tota la matèria i energia de l'univers en el moment de produir-se el *Big bang*?

## CIÈNCIA: PASSIÓ PEL CONEIXEMENT

*Fa uns 2500 anys, Aristòtil postulava que la curiositat i l'afany de coneixement son una característica de l'espècie humana. La ciència constitueix una resposta a aquesta curiositat i aquest afany. Es tracta d'una aventura intel·lectual formidable que constitueix la base del coneixement humà actual. Cal remarcar els dos termes, "coneixement" i "humà". Tal com han dit alguns dels millors científics del segle XX, la física, per exemple, no ens mostra com és la realitat sinó com és el nostre coneixement d'aquesta realitat. Els nostres cervells son a la vegada la possibilitat i la limitació d'aprofundir en un saber profund sobre la realitat.*

*Una de les raons de la superioritat intel·lectual de la ciència respecte a altres construccions humanes consisteix en que sempre és provisional. Quan avança obre nous horitzons de pensament, formula preguntes que eren inconcebibles poc temps abans i que suposen nous reptes. Actualment, algunes estan relacionades amb la biologia o la física que s'aprèn a l'escola: com es va originar el codi genètic?, com es va passar de les cèl·lules procariotes a les eucariotes i d'aquestes als organismes pluricel·lulars?, com emmagatzema memòria el cervell o com produeix imaginació?, per què les constants de l'univers -la gravitació, la velocitat de la llum o la constant de Plank- son les que son?, per què la càrrega del protó i de l'electró son iguals i oposades? i per què ambdós tenen la mida tan diferent que tenen?, què és el que provoca l'acceleració de l'univers descoberta a finals dels segle XX? (parlar "d'energia obscura" no aclareix precisament les coses), serà possible establir una teoria quàntica de la gravitació o ens enfrontem a un límit epistemològic pel fet de ser macroscòpics (temps de Plank)?, la percepció que tenim del temps com una entitat real, està basada en que simplement som lents?. Fins i tot s'ha formulat la possibilitat de que tot l'univers (o també d'altres universos) es degui a una fluctuació quàntica del buit. Son idees extraordinàries, fascinants, que tenen valor intrínsec per si mateixes, però que també han produït multitud*

*d'aplicacions pràctiques (per exemple, la física quàntica en les tecnologies làser; la teoria de la relativitat en el disseny de GPS).*

*Els bons sistemes democràtics incentiven la recerca i la innovació. I els bons sistemes educatius incentiven la passió pel coneixement i les vocacions científiques. Al final, és la societat en conjunt la que en surt beneficiada en termes de refinament intel·lectual i de benestar. Per molt crític que un pugui ser amb la idea de "progrés", degut als desgavells que a vegades ha implicat una aplicació de la ciència sense controls polítics i morals, el progrés, com les "meigas", existeix fins i tot per aquells que no hi creuen. La ciència representa una aposta imprescindible per qualsevol col·lectiu que aposti pel futur, sigui la Unió Europea o qualsevol estat existent o per crear. De fet, la recerca científica resulta inherent a la passió pel pensament racional de la modernitat, una derivada de la curiositat i de l'afany humà de coneixement del que ens parlava Aristòtil. La ciència és com la democràcia: un viatge convenient i apassionant. Un viatge sempre inacabat.*

*Ferran Requejo. La ciència: passió per al coneixement. La Vanguardia. 4-1-2015. Adaptació de Cinescola.*

#### Activitats:

- 1.- Escriviu un resum de les idees principals que planteja l'article.
- 2.- Què vol dir que la *ciència sempre és provisional*?
- 3.- Per què creieu què és important la recerca científica? A qui hauria de beneficiar aquesta recerca?

### **CONTRACAMP: ASPECTES DIDÀCTICS PER AL PROFESSORAT**

Les matèries des d'on proposaríem *Bojos per les partícules*, per desplegar una proposta didàctica són: Tecnologia; Física; Química; Matemàtiques; Educació per a la Ciutadania; Filosofia i Tutoria.

#### Elements de debat i relacions que es poden establir:

1. La importància de la recerca científica.
2. L'estudi i l'esforç en la consecució d'un objectiu.
3. L'origen de la matèria i l'univers.
4. Les funcions del *Gran Col·lisionador d'Hadrons*.
5. El cinema com a element de sensibilització educativa i científica.
6. La riquesa i la creativitat de l'actual cinema documental.

### Objectius formatius

1. Valorar el paper de la investigació científica en la nostra societat.
2. Aproximar-nos al coneixement del procés per conèixer l'origen de la matèria.
3. Reflexionar sobre la invisibilitat de la ciència en els mitjans de comunicació.
4. Adonar-se de la cultura de l'esforç i la constància per arribar als objectius que es proposen.
5. Ser conscients de la importància de la física i les matemàtiques per al coneixement humà.
6. Proposar noves metodologies per entendre i divulgar la ciència.
7. Analitzar les característiques estètiques i comunicatives del cinema documental.
8. Aproximar-se a l'estudi, a la crítica i l'anàlisi d'obres cinematogràfiques.

### Criteris d'avaluació

1. Visionat atent, correcte i respectuós del film.
2. Respondre adequadament a les qüestions de comprensió i de llenguatge cinematogràfic de forma reflexiva i interessada.
3. Capacitat per relacionar i entendre les diferents temàtiques plantejades en el film.
4. Identificar els temes i subtemes del documental.
5. Lectura dels textos de la proposta didàctica i realització adequada de les activitats.
6. Participació activa en els debats que es puguin suscitar.
7. Expressió escrita i oral correcta de les feines proposades.