

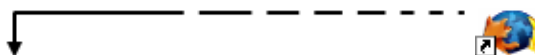


Recursos per a casa (batx.)


LA REVOLUCIÓ COPERNICANA

Ramon Estiu

Es presenta una activitat basada en una miniaplicació de Flash, que permet visualitzar i experimentar les diferents teories astronòmiques, de l'antiguitat fins a Kepler.



Guia del professorat

[La Revolució copernicana](#) és una miniaplicació de Flash  (podeu fer clic a la icona, si cal instal·lar el Flash) en la qual, en una sèrie de fotogrames, s'explica de manera molt visual els coneixements astronòmics que es tenien en l'Antiguitat i la seva evolució fins al model d'òrbites el·líptiques de Kepler.


Les imatges no pretenen tenir una precisió geomètrica i són només una aproximació simple als diferents models: les distàncies planetàries no són proporcionades a la realitat (per raons d'espai), les velocitats dels planetes, tampoc...; però el conjunt és fàcilment comprensible per a l'alumnat del nivell de batxillerat.

El tema del camp gravitatori de la física de 2n de batxillerat ofereix una bona oportunitat per treballar una mica la història de la ciència i fer referència a un període molt important en la seva evolució. També ofereix l'oportunitat de fer una classe conjunta amb la matèria de Filosofia i recordar alguna temàtica de la matèria d'Història de la Cultura, que es va oferir a l'alumnat durant uns cursos en els currículums establerts per la LOGSE.

La Revolució copernicana ofereix la possibilitat de fer una presentació del tema del camp gravitatori d'una manera un xic més atractiva, com si passéssim una presentació, però amb més prestacions (interacció amb l'alumne, animacions...).

Segons si la presentació es fa a alumnat de ciències o de lletres, es pot insistir més o menys en l'apartat de les mesures de la Terra i del sistema solar; però, en tot cas, sempre són conceptes comprensibles per a l'alumnat de batxillerat.



Fig. 1: fragment d'un gravat aparegut al llibre de C. Flammarion *L'Atmosphère: Météorologie Populaire* (Paris, 1888)  i colorejat per Hugo Heikenwaelder, Viena 1998.

Per veure el gravat original feu click [aquí](#)

Proposo fer a l'aula una classe de tipus magistral i explicant a l'alumnat el document utilitzant l'ordinador i el projector de vídeo. Els punts que s'han de preparar especialment són la comprensió del moviment retrògrad dels planetes, les dades que els antics havien aconseguit sobre les dimensions de la Terra i del sistema solar i l'evolució de les diferents visions del sistema solar -univers.

Difícilment els alumnes poden treure partit tots sols de les representacions dels models, dels càlculs d'Aristarc...; per tant, la proposta és que els feu passejar pel document, després que vosaltres hàgiu fet la

presentació i n'hàgiu comentat els aspectes més destacables.

També hi ha la opció que els alumnes es passegin pel document en una aula d'informàtica o a casa seva. En aquest cas, penso que haurien de rebre unes pautes de treball que haurien d'incloure una tasca a realitzar (resum, dificultats, resposta a un qüestionari, tasca del Moodle...) per, finalment, lliurar-la al professorat.


Les activitats més interactives que hi podem trobar són:

- Situar les constel·lacions.
- Posar planetes en ordre segons el model copernicà del sistema solar.
- Fer moure a diferents velocitats l'epicicle i la deferent d'un planeta, per d'observar-ne el moviment retrògrad i donar-hi diferents possibilitats.
- Fer una avaluació final amb unes quantes preguntes.

Organització de la miniaplicació

L'adreça a la xarxa de la miniaplicació és: http://www.xtec.cat/rrfísica/r_estiu_001/indexco.html

La miniaplicació consta d'una sèrie de pantalles interactives, que anomenem *fotogrames*, a les quals s'accedeix de forma seqüencial.

- De cadascun dels fotogrames es pot tornar a la pàgina d'índex, amb els botons situats a la part superior dreta:

- Els mateixos botons serveixen per anar endavant o enrere fotograma a fotograma.
- Dintre de cada fotograma poden haver-hi altres botons de comandament, situats a la part inferior esquerra, que controlen diferents variables del fotograma.

A continuació, fem una breu descripció dels fotogrames més destacats.

1. Introducció

Hi ha una primera pàgina d'índex des de la qual es pot anar als diferents apartats.

Després de l'índex, es presenten les cosmovisions de l'antiguitat, entre les quals destaca la curiositat egípcia de tenir el cel representat per una deessa en lloc d'un déu.

2. Els estels i les constel·lacions

Aquest fotograma inclou un model del cel de l'hemisferi nord, amb les constel·lacions principals i els estels més brillants: es pot triar l'opció que hi surtin els noms de tots els estels i les constel·lacions o bé triar les constel·lacions una a una, per observar-ne la forma i situar-les en el cel. L'eclíptica hi és representada i es pot comentar la distribució del zodíac..

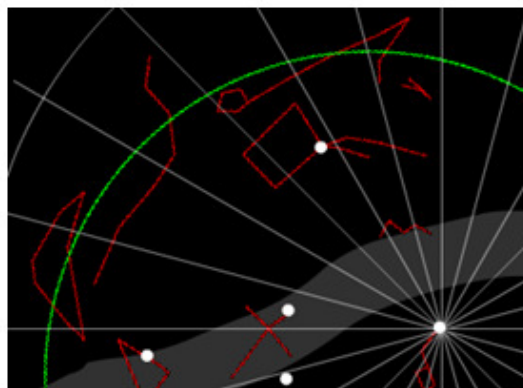


Fig 2.

3. Coneixements dels grecs antics

La teoria aristotèlica de les dues esferes no va ser l'única aportació dels grecs antics. Aquí trobareu una situació dels més coneguts filòsofs-científics de la Grècia antiga: Aristòtil, Plató, Eratóstenes, Tales, Aristarc, Ptolomeu i Eudox, amb les

aportacions corresponents.

El fotograma següent explica el càlcul que va fer Eratòstenes de la circumferència de la Terra.

Un altre fotograma, més ampli que l'anterior, conté diverses modelitzacions sobre Aristarc de Samos i els seus càlculs de les dimensions del sistema solar, el seu univers. El càlcul es realitza sense massa complicació matemàtica, només amb semblances de triangles. Es pot imprimir la demostració, en format Word.

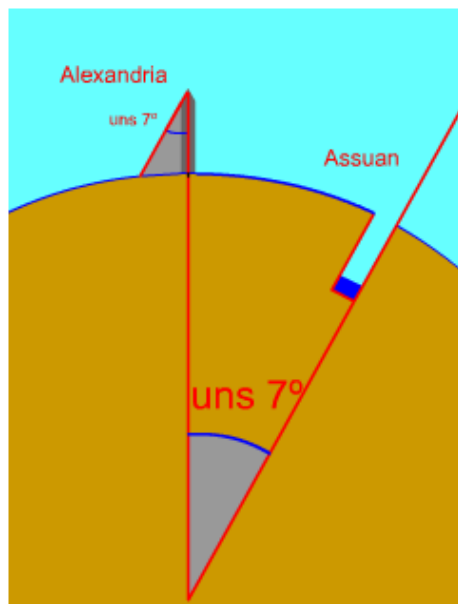


Fig 3.

4. Les dues esferes

Aquí es pot observar el moviment d'un planeta respecte de la volta dels estels fixos, representats pels símbols del zodíac, i com es pot explicar aquest moviment, aparentment caòtic, sense deixar de creure en la perfecció de l'esfera celeste, representada pel moviment circular uniforme.

Es pot fer variar la velocitat de l'epicicle i de la deferent i trobar forces trajectòries diferents. En el fotograma següent, s'estén aquesta modelització als planetes visibles a ull nu. Amb un botó, podem fer aparèixer o desaparèixer els epicicles i les deferents de cada planeta i, si cliquem sobre cada planeta, farem visible la recta visual de cada planeta des de la Terra, fet que ajuda a entendre millor el moviment aparent del planeta respecte de la volta dels estels fixos (en aquest cas, només en dues dimensions). Es pot imprimir amb fons blanc el model amb epicicles i deferents.

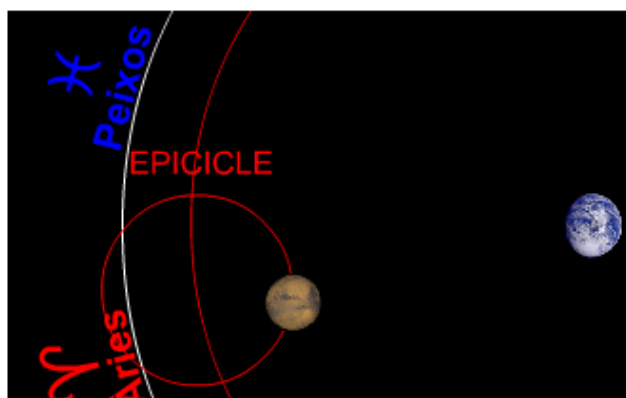


Fig 4.

5. Copèrnic

Després d'una petita introducció escrita, es proposa una activitat que consisteix a situar el Sol i els planetes als llocs respectius, segons la teoria heliocèntrica. Si s'acaba l'activitat correctament, se salta automàticament al fotograma següent, que és una modelització en moviment del sistema heliocèntric. Com en el model anterior, hi ha la possibilitat de veure les òrbites i les visuals de tots els planetes des de la Terra. També se'n pot aturar el moviment o fer-los avançar pas a pas.

Com en fotogrames anteriors, es pot moure tot el conjunt, arrossegant el Sol, per veure-ho millor, i clicant sobre el text, per ampliar-lo i llegir-lo millor.

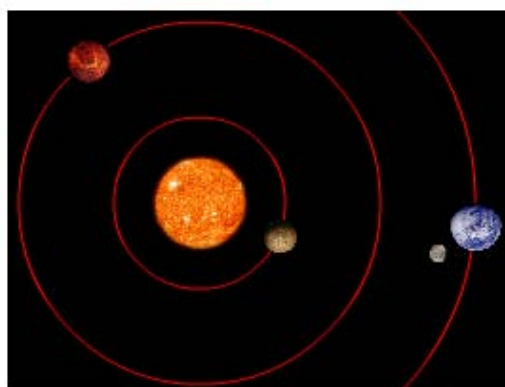


Fig 5.

6. Tycho Brahe

El sistema mixt de Tycho mereixia un lloc en la història. Era tan difícil el canvi de paradigma que la persona que posseïa les millors dades astronòmiques del moment no va ser capaç d'acceptar-lo i va haver d'inventar aquest sistema, en què tots els planetes giraven a l'entorn del Sol..., però en què el Sol girava a l'entorn de la Terra!

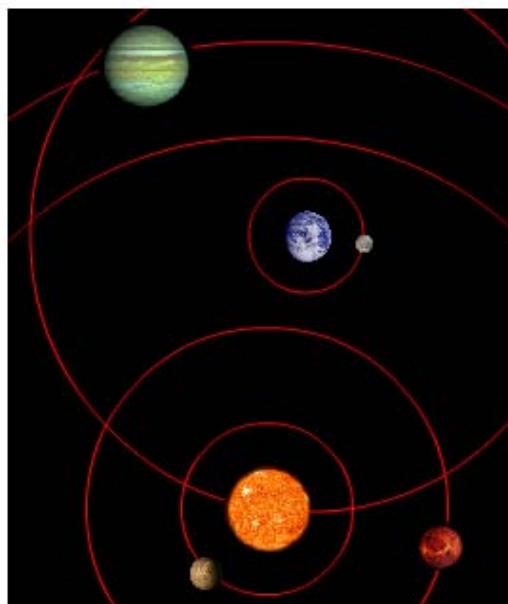


Fig 6.

7. Galileo

L'aportació de Galileu, amb la descoberta d'irregularitats i imperfeccions a la superfície de la Lluna i la comprovació que els astres no giraven a l'entorn de la Terra, sinó a l'entorn d'un planeta, va ser decisiva en l'evolució de la cosmologia, malgrat que ell no es va dedicar específicament a l'astronomia. Són dos fotogrames molt simples i entenedors que poden ajudar a entendre el paper de Galileu..



Fig 7.

8. Kepler

El model de Kepler, punt de partida de la llei de la gravitació universal de Newton, hi té també un lloc. Cal tenir-ne presents determinats aspectes: les òrbites el·líptiques no tenen l'el·lipticitat real, sinó molt exagerada; no hi ha visuals dels planetes, perquè en aquest model ja no són necessàries, i, finalment, si es clica sobre els planetes, podem sentir-ne el so segons Kepler. Kepler tenia les dues vessants, matemàtica i esotèrica, i creia que a cada planeta corresponia un so característic. No hi ha cap comentari sobre la comparació de la grandària de les òrbites i dels políedres regulars.

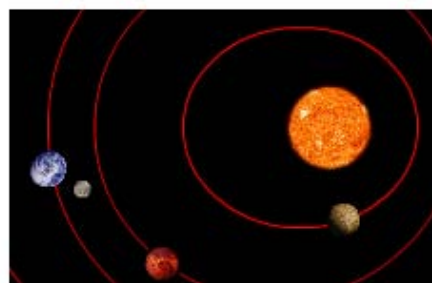


Fig 8.

9. Petita avaluació

Conjunt de 10 preguntes, per comprovar si l'alumne recorda una part dels aspectes treballats. En finalitzar, hi apareixen els resultats, que es poden imprimir.

10. Algun enllaç

Per trobar més informació sobre els personatges més importants.

Si es vol proposar al l'alumnat que aprofundeixi en el tema, haurem de tenir present que caldrà ampliar la cerca d'informació (enciclopèdies temàtiques, webs especialitzats, cerques a Internet...).

11. Bibliografia

Inclou una relació dels recursos bibliogràfics que s'han consultat en l'elaboració de *La Revolució copernicana*. Vegeu la figura 9.

Thomas S. Kuhn. *La revolución copernicana*. Ed. Ariel SA. Barcelona. 1985.
Eduardo Averbuj. *Con el cielo en el bolsillo*. Ed. Ariel SA. Barcelona. 1985.
Galileo Galilei. *Diálogo sobre los sistemas máximos*. Ed. Aguilar. Buenos Aires. 1980.
Carl Sagan . *Cosmos*. Ed. Planeta. Barcelona. 1982.
Donald H Menzel. *Guía de campo de las estrellas y los planetas*. Ed. Omega. Barcelona. 1982.
Colin A . Ronan. *Els amants de l'astronomia*. Ed. Blume. Barcelona. 1982.
F. Nicolau, JM Madorell. *Viatge per la història de l'astronomia*. Ed. La Galera. Barcelona. 1977.
vv.aa. *Guía del Cielo* (2004). Ed Procivel SL. Madrid. 2003.

Fig 9.



Ramon Estiu

Professor de física i química amb nou anys d'experiència al centre educatiu del Collell i dos a l'IES Ramon Coll i Rodés de Lloret de Mar. Els darrers cursos ha estat treballant a l'IES Rafael de Campalans d'Anglès, on ha ocupat càrrecs de direcció. És aficionat a la muntanya i alpinista, i ha participat en expedicions a l'Himàlaia. És instructor de l'Escola Catalana d'Alta Muntanya i fa vint-i-dos anys que organitza el campament d'iniciació als esports de muntanya de Ribelles (la Garrotxa) per a nois i noies d'ESO i hi participa.
Adreça electrònica: restiu@xtec.cat