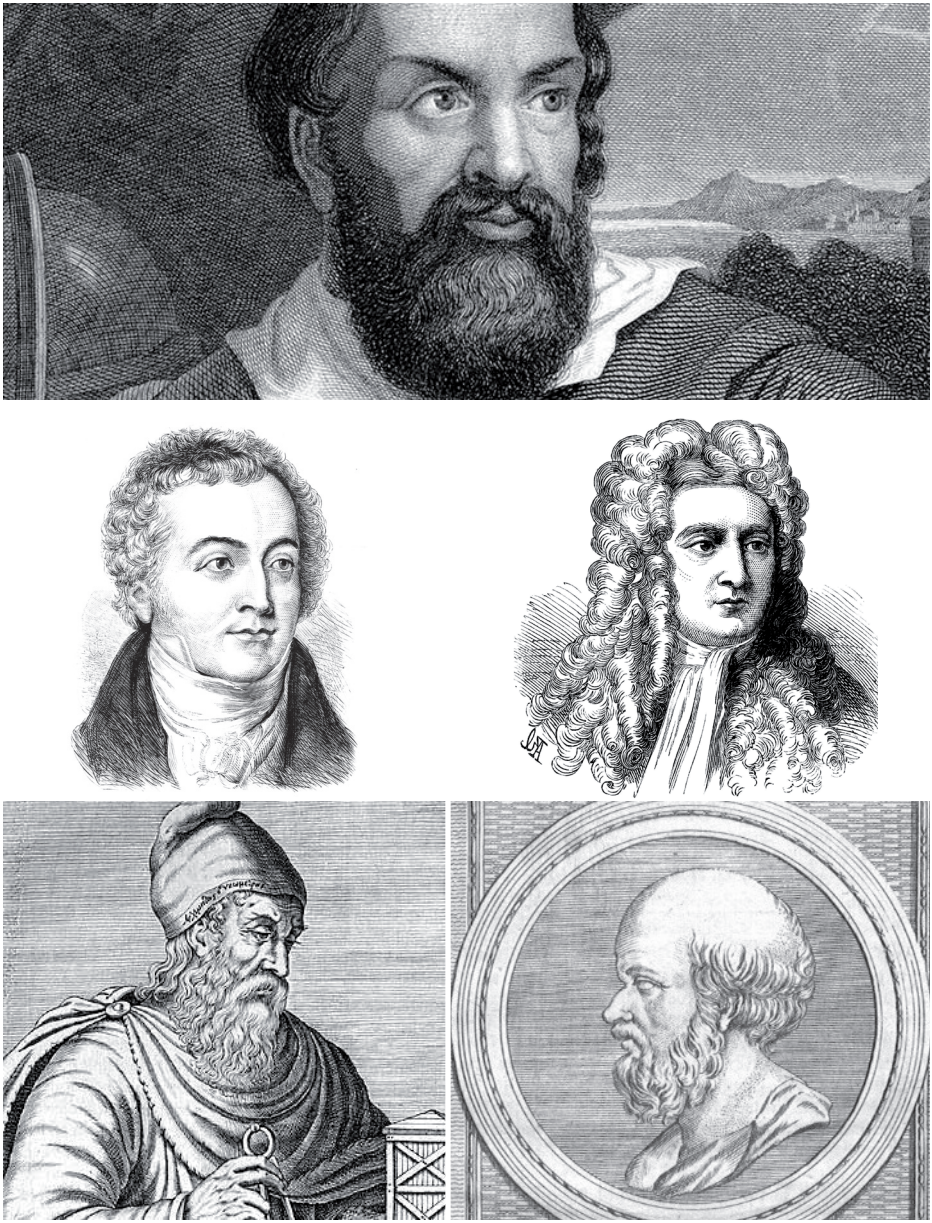
Alumna: Carla Solanes Bosch
Tutora: Vanessa Florenza Royes

Experiments cèlebres de la física

Presentació
El tema d'aquest treball sorgeix a partir de la lectura de dos llibres (*Els deu experiments més bells de la física*, de Manuel Lozano Leyva, i *El prisma i el pèndol*, de Robert P. Crease) que expliquen els deu experiments considerats els més bells de la història de la física segons els resultats d'una enquesta. El projecte gira al voltant de cinc d'aquests deu experiments:

— Arquímedes i la corona del rei Heró.
— La caiguda lliure dels cossos i el pla inclinat de Galileu.
— La doble escletxa de Thomas Young.
— La mesura de la circumferència de la Terra d'Eratòstenes.
— El prisma de Newton.

Els objectius principals del treball són els següents:
— Aprofundir en els experiments més importants que s'han fet en el món de la física al llarg del temps.
— Crear Applets Java que permetin simular l'execució d'aquests experiments.
— Contribuir a la divulgació científica construint una pàgina web on es trobi el recull del treball de recerca.



Galileu, Thomas Young, Newton, Arquímedes i Eratòstenes.

Metodologia

El mètode seguit per al desenvolupament del projecte ha estat el següent:
En primer lloc es va visitar el laboratori *Los diez experimentos más bellos de la física*, situat a la Universitat de Granada, on el professor de Física Aplicada Miguel Cabrerizo ha reunit tots els experiments en una sala on és possible dur-los a la pràctica. Allà fou on s'estructurà el treball i on es recollí informació sobre els experiments a tractar.
A continuació es va abordar el contingut del treball en si. Els experiments en què s'ha aprofundit més són el d'Arquímedes, el de Young i el de Galileu. S'ha dissenyat i construït un applet en llenguatge Java per a cadascun d'ells utilitzant la plataforma *Eclipse*. El de Young i el de Galileu, a més, han estat reproduïts a la pràctica de manera similar a com ho van fer els científics en qüestió, a fi de poder viure en primera persona l'execució d'aquest tipus d'experiments i extreure conclusions dels resultats.
Al contingut esmentat s'hi afegeixen també els experiments d'Eratòstenes i de Newton, dels quals s'ha dut a terme una explicació teòrica.
Finalment, s'ha elaborat una pàgina web mitjançant *Zyro Builder* (i amb domini establert a *Hostinger*) que recull tota la informació i la part pràctica del projecte.

Cos del treball

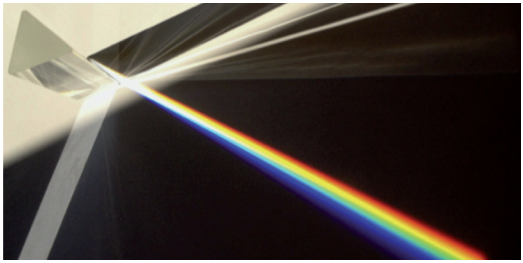
1. El primer experiment, dut a terme per Arquímedes, tenia com a objectiu mesurar el volum d'una corona, concretament la del rei Heró. El monarca havia encarregat a un orfebre que li fabriqués una corona d'or pur, però desconfiava de l'artesà, ja que aquest podia haver barrejat part de l'or amb algun altre metall i quedar-se amb la resta. Tanmateix, no trobava la manera de comprovar-ho, i per això va recórrer al seu amic Arquímedes, el qual va dissenyar un experiment que consistia a penjar la corona en un extrem d'una balança i un bloc d'or pur (de la mateixa massa que la corona) a l'altre extrem.
Si la balança es desequilibrava, significaria que ambdós objectes tenien una densitat diferent. Efectivament, la balança es va tòrcer a favor del bloc d'or, i d'aquesta manera Arquímedes va aconseguir formular el principi fonamental de la hidrostàtica.

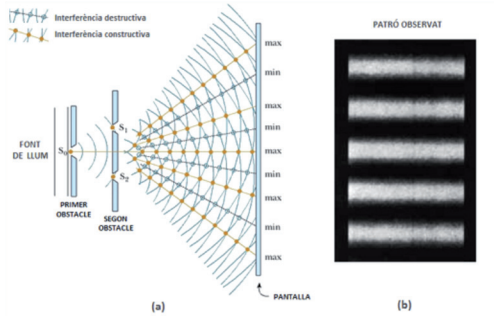
2. Galileu, per la seva banda, va desmentir una de les teories més acceptades de l'antiguitat sobre l'acceleració dels cossos en caiguda lliure. Aristòtil sostenia que quan dos cossos de diferent massa es deixaven caure la velocitat amb què queien era proporcional a la seva massa. Per tant, si un objecte pesava el doble de l'altre, trigaria la meitat del temps. Després de fer-ne diversos estudis, Galileu va demostrar que era fals. Va llençar dues boles de masses diferents des del capdamunt de la torre de Pisa i va comprovar que, tot i que no arribaven al terra exactament al mateix temps (avui en dia sabem que això és degut al fregament amb l'aire), la proposta de proporcionalitat d'Aristòtil no es complia.

Galileu va idear el mètode del pla inclinat, en el qual com més accentuat fos el pendent del pla, més similar seria al moviment de caiguda lliure dels cossos. Volia saber com en variava exactament la velocitat, i va aconseguir resultats sorprenents tenint en compte els recursos de què disposava. Així va descobrir la llei de l'acceleració que buscava, concloent que la distància recorreguda per un objecte depèn del quadrat del temps durant el qual s'accelera (l'equació moderna és $d=1/2at^2$).

3. La naturalesa de la llum ha estat una de les qüestions més plantejades per l'home al llarg de la història. Cap a finals del segle XVII es va iniciar un debat entre dues teories molt diferenciades sobre la naturalesa del fenomen lluminós: la corpuscular i l'ondulatòria. La primera d'elles proposava que la llum estava formada per partícules, i fou impulsada per Isaac Newton. Tanmateix, físics com Christiaan Huygens s'oposaven a la teoria corpuscular i defensaven que la llum es difonia a través d'ones. Thomas Young va realitzar l'experiment de l'escletxa doble, trobant així evidències que demostraven el caràcter ondulatori de la llum. Aquest consistia a fer passar un feix de llum a través de dues escletxes molt estretes i obtenir un patró lluminós en una pantalla. El que s'esperaria si la llum es comportés únicament com una partícula seria l'aparició de dues franges il·luminades a la pantalla. Tanmateix, el que ell va obtenir fou un gran nombre de franges de llum, la qual cosa només podia ocórrer si la llum tenia caràcter ondulatori i experimentava el fenomen d'interferència entre ones.

4. El que Eratòstenes va aconseguir fou mesurar la longitud del radi de la Terra. En aquells temps, es tenia notícia d'un fet curiós que tenia lloc en una ciutat anomenada Siena (l'actual Assuan, a Egipte). Un dia a l'any, al migdia, els obeliscs i les columnes d'aquella ciutat no feien ombra. Els rajos del Sol queien perpendicularment al terra, i la llum omplia fins i tot el fons dels pous més profunds. Aquest dia coincidia amb el solstici d'estiu i això significava que Assuan es trobava al tròpic de Càncer. Eratòstenes havia elaborat una nombrosa col·lecció de mapes, i en va extreure la conclusió que Alexandria i Assuan podien trobar-se en el mateix meridià. Llavors, va pensar que, si el Sol es trobés tan lluny com per considerar que els seus rajos incideixen paral·lelament sobre la Terra, es podria calcular la mida d'aquesta amb la mesura de l'ombra que produeix una columna a Alexandria al migdia del solstici d'estiu. Però, per fer-ho, necessitava saber la distància exacta que separava les dues ciutats.
Se li va acudir recórrer a les caravanes que recorrien el curs del Nil. Va pactar amb els propietaris de les caravanes que mesuressin, per separat, la distància entre les ciutats. Després de comparar tota la informació que li havia arribat, va acceptar com a bona la distància de 5.000 estadis (un estadi a Siena equivalia a 157,5 metres aproximadament). Va arribar el dia esperat, el 21 de juny, i Eratòstenes va mesurar l'angle que marcava l'ombra d'un pal col·locat perfectament vertical, just quan el Sol es trobava en el





punt més alt. Va concloure que era la cinquantena part d'un gir complet (7,2°); per tant, la circumferència de la Terra havia d'estar a la mateixa proporció respecte de la distància entre Assuan i Alexandria, és a dir, 50 vegades 5.000.
D'aquesta manera, el científic va obtenir xifra de 250.000 estadis, que equivalen a 39.375 km (una dada sorprenentment propera a la real: 39.942 km).

5. Com ja hem dit abans, Newton va interessar-se molt pel fenomen de la llum. Per comprendre'n la naturalesa, va preparar una habitació a les fosques, per tal que només hi entrés un raig de llum per un forat petit fet a la finestra. Va col·locar un prisma de vidre davant del raig de llum, de manera que el travessés i es projectés la llum a la paret oposada. A la paret s'hi podien observar els colors de l'arc de Sant Martí l'un damunt de l'altre.
Hi havia dues possibilitats. Per una banda, podia ser que el prisma donés color a la llum. Per l'altra, que la llum fos la barreja de tots els colors i el prisma es limités a descompondre-la.
Per fer la demostració, va utilitzar dos prismes. A continuació de la llum descomposta en colors que sortia del primer prisma, va col·locar una pantalla amb un forat. Fent girar el prisma amb la mà, feia que pel forat només hi passés el color que volia.

A tres metres d'aquesta primera pantalla, en va posar una altra que també tenia un forat. Per aquest segon forat hi sortia la llum del color escollit. Aquest es feia passar pel segon prisma i es projectava sobre una altra pantalla. La taca que hi apareixia només era del color triat i, a més a més, circular i no allargada, tal i com passava amb el primer prisma. Això passava amb tots els colors. És a dir, el segon prisma l'únic que feia era canviar la direcció del feix de llum monocromàtic. Els colors es trobaven a la llum del sol, i el prisma no feia res més que separar-los. En projectar els colors i ajuntar-los una altra vegada, la llum tornava a ser blanca. D'aquesta manera va poder concloure que la llum blanca conté tots els colors.

Conclusions

Els resultats de la recerca han estat, en general, satisfactoris, ja que han permès complir els objectius plantejats en un principi. S'ha tingut èxit en la programació dels applets, s'ha comprès la teoria física que hi ha al darrere de cada experiment i la web pot ser utilitzada com a eina didàctica i de divulgació.[1]

Des dels seus inicis, l'ésser humà ha tingut curiositat per conèixer i entendre tot allò que l'envolta. La física és la ciència que permet explicar quantitativament els fenòmens que tenen lloc a la naturalesa i, per obtenir les lleis que la regeixen, s'han de dur a la pràctica experiments que demostrin allò que s'estudia. Els experiments d'aquest projecte han estat determinants en aquesta branca del coneixement, ja que, d'una manera o d'una altra, han canviat la percepció que es tenia de la realitat. Com a conclusió, doncs, es remarca la rellevància que prenen les investigacions del passat en disciplines com l'òptica, la hidrostàtica, la dinàmica i la cinemàtica en l'actualitat. La realització del treball ha permès un major acostament a la història de la física i les teories que la formen, les motivacions que condueixen les persones a prendre part en una investigació científica, els errors que es poden cometre a l'hora de dur a la pràctica les hipòtesis teòriques i la rellevància de la difusió de les idees obtingudes.

Bibliografia

Llibres: — HART-DAVIS, A. *Ciencia. La guía visual definitiva*. Madrid: Edicions Akal S.A., 2010. — HAWKING, S. *Sobre les espatlles de gegants*. Barcelona: Columna Cat, 2004. — LOZANO LEYVA, M. *De Arquímedes a Einstein. Los diez experimentos más bellos de la física.* Barcelona: Penguin Random House Grupo Editorial, 2005. — CRE-

1 **NOTA:** És possible que la configuració de seguretat de Java del seu Sistema no els permeti visualitzar els Applets. En aquest cas, poden solucionar-ho de la següent manera: Inici > Configurar Java > Seguretat > Llista d'excepcions de llocs web > Editar llista > Agregar el següent enllaç: http://www.experimentsfisica.esy.es > Acceptar

ASE, R. P. *El prisma y el péndulo. Los diez experimentos más bellos de la ciencia*. Barcelona: Crítica, 2004. — HECHT, E. Óptica. Madrid: Addisson Wesley Iberoamericana, 2000. — GAMOW, G. *Biografía de la física*. Madrid: Alianza Editorial, S.A., 1980. — DIVERSOS AUTORS. *Física 1 i 2 Batxillerat*. Barcelona: Grup Promotor Santillana, 2008. Webs: — Viquipèdia. L'enciclopèdia lliure: <http://ca.wikipedia.org/wiki/Principi_d'Arquimedes> <http://ca.wikipedia.org/wiki/Galileo_Galilei> — Edu365: <http://www.edu365.cat/eso/muds/ciencies/arquimedes/index3.htm> — Carlos Flores Rodríguez**:** <http://www.monografias.com/trabajos94/experimento-caida-libre-cuerpos/experimento-caida-libre-cuerpos.shtml#ixzz3H9LYEtOb> — Fisicanet: <http://www.fisicanet.com.ar/fisica/ondas/ap11_luz.php> — Java: <https://www.java.com/es/download/faq/whatis_java.xml>.