

# Física, joguets i regals

**Rafael Garcia Molina**

**Departament de Física**

**Universitat de Múrcia, Apartat 4021, 30080 Múrcia**

(rgm@fcu.um.es)

Passejar per les tendes de joguets o d'articles de regal resulta, a més d'entretingut, interessant per la gran i variada quantitat d'artefactes que hi ha. Però si, a més a més, observem aquells objectes des de la perspectiva professional d'un físic, hi trobarem alguns el funcionament dels quals està relacionat amb algun principi de la física. Per això podem aprofitar per a donar un ús pedagògic a aquests objectes, a més del lúdic o decoratiu per al qual van ser dissenyats originalment.

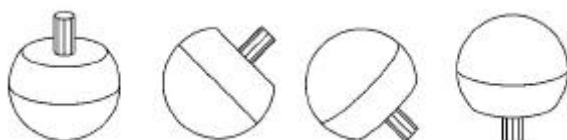
La utilització dels joguets i dels articles de regal en la docència té moltes aplicacions, ja que poden fer-se servir tant per a captar l'atenció dels estudiants, com per a relaxar l'ambient quan el contingut de la classe està molt carregat de qüestions formals. També poden utilitzar-se aquests atifells per a discutir alguns aspectes de la física que no solen tractar-se habitualment durant un curs, o bé per a organitzar seminaris on es parle de física fora de l'ambient acadèmic, presentant-la fins i tot com una activitat que pot arribar a ser lúdica.

En allò que segueix presentaré alguns suggeriments per a realitzar activitats didàctiques amb diversos joguets que són ben coneguts i es troben a l'abast de tothom. Per a cada joguet, les activitats apareixen agrupades segons el camp temàtic en què poden fer-se servir, encara que hi ha més usos dels que jo presentaré.

Com el funcionament dels articles de regal sol ser menys evident que el dels joguets, en aquest segon cas em centraré més en descriure breument la seua base física; unes poques paraules clau al final de cada descripció serveixen d'orientació per a les possibles aplicacions didàctiques.

## Joguets

**Baldufes.** [*Mecànica*] En fer girar una baldufa podem il·lustrar la conservació del moment angular, així com la precessió de l'eix de gir. Pot discutir-se l'equilibri dinàmic, ja que una baldufa en repòs no manté la posició sobre la seua punta, en canvi, quan està girant sí manté aquesta posició. Hi ha un cas curiós de baldufa que en fer-la girar amb la panxa tocant a terra, acaba per donar-se la volta i girar amb el mànec tocant a terra; això es deu a la fricció de la baldufa amb el pis, la qual cosa provoca un moment de força que fa que la baldufa es pegue la volta. [*Òptica*] Pintant una baldufa amb diferents colors i dissenys, poden observar-se diversos efectes òptics, tals com l'obtenció del color blanc per superposició de colors, la



persistència d'imatges en la retina, etc. [*Electricitat*] Hi ha un tipus de baldufa que en girar se li encén una llumeta i emet música, això passa perquè quan gira la baldufa es connecta un circuit elèctric que hi ha al seu interior.

**Arcs i pistoles que disparen projectils amb una ventosa en la punta.-** [*Elasticitat*] Si la deformació de l'arc doblat (o ressort de la pistola) no és excessiva, aquest recupera la seua forma en cessar la força que apliquem amb les mans per a produir la deformació; però si aquesta força és molt gran, segurament es trencarà l'arc (o el ressort de la pistola). [*Mecànica*] L'energia potencial elàstica que està emmagatzemada en l'arc flexionat (o en el ressort de la pistola) es transforma en energia cinètica de la fletxa o del projectil en disparar-los; a més a més, si el llançament és cap amunt, l'energia cinètica del projectil es transforma en energia potencial gravitatòria en arribar a l'altura màxima. Observant el moviment d'aquests projectils pot comprovar-se el seu abast en funció de l'angle de llançament; en particular, pot observar-se que hi ha dos angles amb l'horitzontal que proporcionen el mateix abast i que l'angle de 45° dona el màxim abast. [*Hidrostatica*] La ventosa que tenen els projectils en les puntes es queda adherida a les superfícies llises gràcies a la pressió atmosfèrica, que dóna lloc a una notable força sobre la part exterior de la ventosa, mentre que per la part interior a penes actua cap força, perquè s'ha expulsat l'aire en colpejar la ventosa contra una superfície. Pot demostrar-se que quan entra una mica d'aire és molt senzill de desenganxar la ventosa, perquè s'hi igualen les pressions a dins i a fora. La saliva que sol posar-se en les ventoses actua de segellador, per tal que no s'infiltri aire a través de les irregularitats de la vora de les ventoses. Observant el pes que cal enganxar-li a una ventosa per tal que se desenganxe d'una superfície, pot estimar-se el valor de la pressió atmosfèrica dividint el valor d'aquest pes entre la superfície de la ventosa.

**Cotxes (de corda o sense'n).-** [*Mecànica*] Els cotxes que funcionen mitjançant un mecanisme de ressorts posen de manifest com l'energia potencial emmagatzemada en el ressort es transforma en energia cinètica quan el cotxe es posa en moviment; si, a més a més, fem que el cotxe pugui pujar una rampa, observarem com va disminuint l'energia cinètica del cotxe perquè es va transformant en energia potencial gravitatòria. Una vegada tenim el cotxe damunt d'una rampa podem aprofitar per a deixar-lo caure i veure la distància que recorre sobre una superfície horitzontal, la qual serà major quan més elevada estiga la rampa, perquè així hi arriba al final amb major velocitat (ja que dalt de la rampa tenia més energia potencial). Si col·loquem sengles cotxes en dues rampes enfrontades, podem estudiar diversos tipus de col·lisions en fer-los xocar (si posem plastilina a la part de davant d'algun dels cotxes, podem fer que la col·lisió siga inelàstica; en canvi, si hi posem una bona goma, la col·lisió serà elàstica).

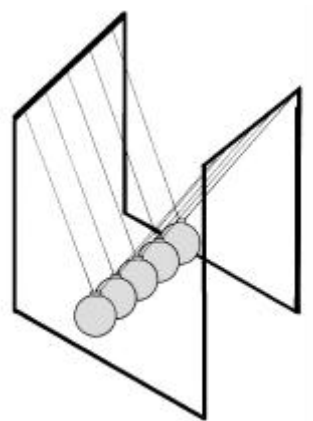
**Globus.-** La relació d'activitats que poden dur-se a terme amb globus és molt extensa (jo en tinc comptabilitzades prop de cinquanta), així és que només n'esmentaré unes poques. [*Mecànica*] El moviment d'un globus en sentit contrari al de l'aire que deixa eixir lliurement és una conseqüència de la conservació del moment lineal. Si passem un cordell per l'interior de la funda d'un bolígraf i el posem ben estirat al llarg d'una habitació, en lligar-li el globus mitjançant cinta adhesiva, aquest seguirà un camí recte en deixar anar l'aire. [*Electricitat*] Friccionant un globus unflat contra la roba fem que es carregue elèctricament per fricció i podem aconseguir que: (i) es quede adherit a una paret vertical o al sostre (atret per les càrregues que indueix), (ii) que pose els cabells o els pèls dels braços de punta

(perquè els atreu degut a les càrregues que hi indueix), (iii) que dos globus suspesos de sengles fils es repel·lisquen (si tenen el mateix tipus de càrregues, perquè s'han fregat amb el mateix tipus d'objecte) o que s'atreguen (si tenen càrregues de diferent signe, perquè s'han fregat amb objectes diferents que provoquen que hi haja un tipus de càrrega en cada globus). [Termologia] Observem com un globus unflat es fa gran o xicotet quan li pega el sol o quan el fem dins del frigorífic, i això es deu als efectes de la temperatura sobre la pressió. [Teoria atòmica de la matèria] Si introduïm unes gotes d'un líquid olorós dins d'un globus i el tanquem, observarem com al cap d'un temps s'aprecia l'olor, perquè quan s'evapora part del líquid, les seues molècules poden passar a través dels porus de la membrana elàstica. Pot estudiar-se com s'escapa un gas per a diferents tipus de globus i de gasos olorosos. [Fluids] Unflem dos globus amb diferents grandàries i els connectem mitjançant un tub que té una clau que controla el pas de l'aire; si obrim la clau de pas de l'aire, observarem que (contràriament al que podríem pensar intuïtivament) l'aire passa del globus menys unflat al que està més unflat. Igualment, podem comprovar que costa més ficar-li aire a un globus al principi que quan ja està una mica unflat. Aquests dos fenòmens es deuen al fet que la pressió a l'interior del globus és major quan menor siga el seu radi de curvatura (Llei de Laplace). [Elasticitat] Quan punxem un globus amb un escuradents o una agulla, aquest esclatarà; en canvi, si punxem el globus prop del nyuc, aconseguirem d'introduir-hi l'escuradents o l'agulla sense que el globus esclate. En el primer cas el globus esclata perquè estem punxant una zona on la membrana elàstica està molt tibant, en canvi, en el segon cas estem punxant una zona on la membrana elàstica a penes està tibant.

## Regals

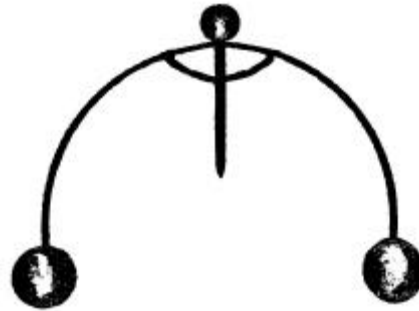
**Pèndol d'executiu.**- També s'anomena bressol o boles de Newton. Són cinc boles idèntiques cadascuna de les quals penja d'un parell de fils, de manera que totes elles estan en contacte i alineades. Quan se separa una de les boles d'un extrem i es deixa que xoque contra les altres, s'observa que la bola que hi ha a l'altre extrem es posa en moviment i assoleix la mateixa altura que la bola que es va deixar anar inicialment; mentrestant, la resta de boles està en repòs. Aquest cicle d'oscil·lacions, en què alternativament ix disparada una bola de cada extrem (mentre que les altres quatre resten en repòs), es repeteix fins que la fricció fa que es detinga el moviment. Independentment del nombre de boles que s'alliberen per a iniciar el moviment, sempre entren en moviment les mateixes boles de cada extrem del conjunt. El comportament d'aquest moviment pendular pot explicar-se aplicant la conservació del moment lineal i l'energia cinètica a una seqüència de col·lisions elàstiques entre boles veïnes. Si utilitzem una miqueta de plastilina per a modificar la massa d'alguna de les boles o per a fer que es queden juntes en xocar, podem observar com s'altera el tipus de moviment que acabem de referir.

[Col·lisions. Conservació del moment lineal.  
Conservació de l'energia]



**Figures equilibristes.**- Són figures que semblen mantenir-se en un equilibri precari, miraculosament recolzades en un únic punt, però que tornen a la posició original quan intentem pertorbar aquest equilibri. L'estabilitat d'aquestes figures es basa en el fet que la seua massa està distribuïda de forma que el centre de massa del sistema estiga sota el punt de recolzament (i el més baix possible). En inclinar la figura una mica en qualsevol direcció estarem elevant el seu centre de massa, la qual cosa produirà un moment de forces respecte del punt de recolzament, i això tendeix a restituir l'objecte a la seua posició d'equilibri estable.

[Centre de massa. Equilibri d'un sòlid rígid]



**Termòmetre d'amor.**- Es tracta de dos bulbs de vidre comunicats per un tub estret, de disseny més o menys artístic; tot el sistema es disposa verticalment. A l'interior del bulb inferior hi ha un líquid molt volàtil acolorit. Quan col·loquem les mans en contacte amb el bulb inferior, s'hi volatiliza líquid i hi augmenta la pressió del vapor, el qual empeny el líquid fent-lo pujar a través del tub cap al bulb superior.



El líquid ascendirà tant més quan més calor li comuniquem al bulb inferior, per això es relaciona un ascens molt fort/fluix amb l'ardor/gelors pròpia de l'enamorament/desenamorament. Quan ha pujat pràcticament tot el líquid al bulb superior, s'hi observa com si el líquid estiguera bullint, però la presència de bombolles no és deguda a l'ebullició del líquid (atribuïda a la gran calor que desprenen les mans d'una persona molt enamorada), sinó al fet que quan el nivell del líquid que hi ha al bulb inferior descendeix fins l'altura de la boca del tub de comunicació, comença a passar vapor entremesclat amb el líquid que va ascendint, i arriba al bulb superior en forma de bombolles.

[Relació pressió-temperatura. Teoria cinètico-molecular dels gasos]

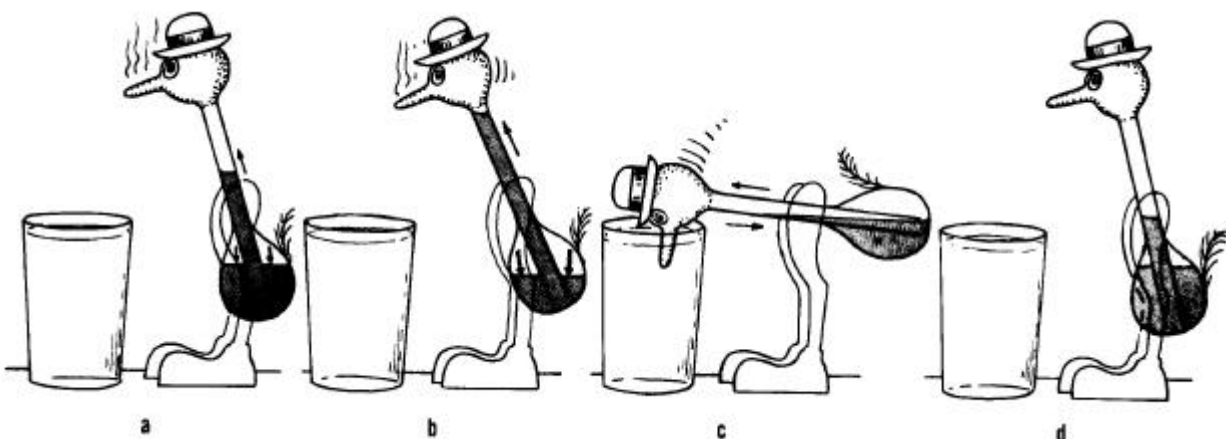
**Radiòmetre.**- Consisteix en un recipient esfèric de vidre, del qual s'ha extret (parcialment) l'aire; a l'interior hi ha un molinet format per quatre aspes de mica que poden girar al voltant d'un eix vertical; cada aspa té una cara ennegrida i l'altra blanca. Si incideix llum sobre el radiòmetre, les aspes es posen a girar i la rotació és més ràpida quan més intensa és la llum que hi arriba. Les aspes giren en el sentit que va des de la cara negra a la blanca de cada aspa, la qual cosa indica que el seu moviment es deu a les col·lisions que el gas residual que roman al recipient efectua contra les aspes, en comptes de deure's a la incidència directa de la radiació lluminosa sobre les aspes. L'explicació de tot açò és que la cara negra de cada aspa es calfa més que la blanca, ja que absorbeix la radiació que hi incideix (en comptes de reflectir-la, com fa la cara blanca), i les molècules del gas que estan al costat d'una zona més calenta (la cara negra) adquireixen més energia cinètica que les que hi ha a prop de la cara blanca.



En conseqüència, se li transfereix més moment lineal a cada aspa degut als xocs que li arriben per la cara negra que degut als que li arriben per la cara blanca, i per això el molinet gira en el sentit que va de la cara negra a la cara blanca de cada aspa. De fet, no cal la llum visible per a fer girar les aspes del radiòmetre, ja que n'hi ha prou amb radiació calorífica. Si s'introdueix el radiòmetre dins d'un congelador podem observar que les aspes giren en sentit contrari al que hem descrit anteriorment, ja que ara la cara negra de cada aspa es refreda més ràpidament. Hi ha radiòmetres que, en comptes de descansar sobre una base, pengen d'un fil per l'extrem superior; en aquest cas, quan comencen a girar les aspes del radiòmetre, el cos d'aquest gira en sentit contrari degut a la conservació del moment angular. Si dins del radiòmetre hi haguera el buit (o una pressió menor que  $10^{-6}$  atm) el molinet giraria en sentit contrari al que acabem de descriure, perquè ara la principal transferència de moment lineal a les aspes es deuria a la llum que es reflecteix en les cares blanques i és absorbida en les cares negres.

[Conservació del moment lineal. Teoria cinètico-molecular dels gasos]

**Pardalet bevedor.**- Consisteix en dos bulbs de vidre units per un tub estret; el bulb inferior –més gran– correspon al cos, i el bulb superior representa el cap del pardalet; les seues potes sostenen un eix horitzontal al voltant del qual pot girar tot el sistema; a l'interior dels bulbs hi ha un líquid molt volàtil. El cap del pardalet està cobert amb una tela de feltre o borrisol, la qual cosa proporciona una major àrea per tal que s'evapore l'aigua amb què s'ha banyat prèviament. Aquesta evaporació refreda el cap del pardalet i fa disminuir la pressió del vapor que hi ha a dintre, amb la qual cosa, la pressió del vapor que hi ha al bulb inferior, empeny el líquid cap amunt, on es desplaça el centre de massa del pardalet. Com que el líquid va ascendint pel cos del pardalet, quan el seu pes en la part superior siga major que el de la part inferior, aquest es girarà cap endavant, col·locant-se en posició quasi horitzontal i banyant el seu cap en el got d'aigua. Però quan el pardalet està en aquesta situació, el vapor dels dos bulbs es comunica a través del tub, s'hi igualen les pressions i el líquid torna al bulb inferior, on es desplaça el centre de massa, de manera que el pardalet tendirà a posar-se vertical. Però mentrestant, l'evaporació de



l'aigua que banya el feltre del cap del pardalet, fa que el cicle anterior torne a començar i el sistema oscil·la entre la posició quasi-vertical i l'horitzontal.

[Relació pressió-temperatura. Teoria cinètico-molecular dels gasos. Centre de massa]

## **Conclusió**

Allò que he presentat no passa de ser un recull (no exhaustiu) de suggeriments i cada docent podrà traure el profit didàctic a cada aparell (joguets o regal) segons les circumstàncies de la seua activitat, fent variacions sobre les aplicacions que he comentat o trobant-ne de noves.

Espere que haja quedat patent que, moltes vegades, no cal equips sofisticats per a discutir alguns conceptes de física, els quals poden il·lustrar-se amb objectes ben quotidians que estan destinats a altres usos (no científics), ja que són molts els materials que poden fer-se servir per a parlar de ciència, en general, i de física, en particular.

Estic segur que a partir d'ara (si és que no ho fèiem ja abans), mirarem els joguets i els articles de regal tractant d'esbrinar el mecanisme del seu funcionament i/o de trobar-los alguna utilitat pràctica en les nostres activitats docents.