



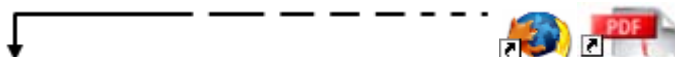
Recursos per a casa (batx.)

UNA NOU CONTRA EN NEWTON

Tavi Casellas

Una nou, una simple nou desafia les lleis de Newton, les tres lleis més famoses de la física, conegudes fins i tot més enllà del professorat i alumnat d'aquesta matèria.

Introducció



L'experiment és molt senzill. Cal disposar d'una nou, d'un pot de cuina transparent i amb tanca hermètica (mirant que la geometria del pot sigui cilíndrica), i d'aigua (vegeu la figura 2). Omplirem el pot de cuina amb aigua fins a vessar, dipositarem la nou a l'aigua (observem que sura, vegeu la figura 3) i tancarem hermèticament el pot.

Ara només cal col·locar el pot horitzontalment. Lògicament, la nou quedarà situada a la part superior (la paret lateral del pot de cuina) i ens podem preguntar: què passarà amb la nou si accelero el pot cap a la dreta (vegeu la figura 5)?

La resposta sembla evident: la nou es desplaça cap a l'esquerra del pot, igual que una pilota situada al passadís d'un autobús té tendència a desplaçar-se cap a la part posterior quan accelera cap endavant.



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

Bé, ara cal experimentar-ho. Observem què fa la nou i ... sorpresa! Passa que la nou es desplaça cap a la dreta amb una acceleració més gran que la que hem aplicat al pot, tal com podem observar en la figura 6.



Fig. 5



Fig. 6

Encara podem experimentar més coses: situem el pot horitzontalment, ara, però, amb l'eix de simetria apuntant cap a nosaltres. Si el fem girar de pressa (vegeu la figura 7)... quin moviment seguirà la nou? Sembla que hauria de desplaçar-se cap a l'exterior del pot, de manera semblant al que passa als objectes de

dins d'un cotxe quan aquest agafa una corba (a causa de la força fictícia, en aquest cas, centrífuga).

Bé, ara segurament ja esperem que passi el contrari. Efectivament, la nou es desplaça per l'interior del pot cap a nosaltres, justament al contrari del que en un principi esperaríem.

De fet, la nou sembla que va contra la primera llei de Newton: quan comuniquem una acceleració al pot (lineal o centrípeta), en comptes de seguir la tendència a quedar-se quieta (inèrcia), la nou encara obté més acceleració (lineal o centrípeta) i en el mateix sentit de l'aplicada al recipient.



Fig. 7

Com ho expliquem?

Per començar, aquest fenomen tampoc és tan diferent del que observem sempre que un objecte sura en un fluid.

Un suro submergit en l'aigua, un globus aerostàtic en l'aire..., no fan res més que pujar, és a dir, anar en contra del que esperaríem: que per l'acció de la gravetat caiguin cap al centre de la Terra.

Aquesta força s'anomena força ascensional (empenyiment) i és deu a la diferència de pressions que exerceix el fluid entre la part inferior i la part superior de l'objecte.

Si la força que realitza aquesta diferència de pressions és superior al pes de l'objecte, aleshores pujarà, en comptes de caure cap avall. Observeu les figures 8 i 9

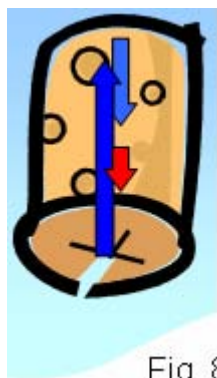


Fig. 8

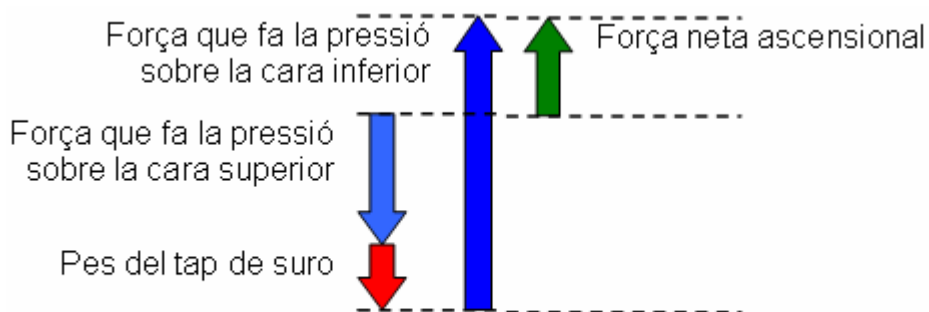


Fig. 9

Ara anem al nostre cas: en la primera experiència, quan accelerem el pot de cuina cap a la dreta, l'aigua que hi ha dins exerceix pressions també horitzontals, per seguir el moviment, la pressió cap a la dreta ha de ser superior a la de l'esquerra, per accelerar igual que el pot.

La diferència entre les forces exercides per aquestes pressions ha de ser la necessària (segons la segona llei de Newton) per produir l'acceleració de l'aigua; però, en el nostre cas, no hi ha aigua, sinó una nou (que té menys massa que el volum d'aigua corresponent). Per això l'acceleració de la nou és superior a la de l'aigua i, lògicament, també a la del pot.

En resum, la força que actuaria sobre l'aigua per fer-la accelerar com el pot actua sobre la nou i hi produeix una acceleració més gran. Potser la figura 10 ajudarà a entendre-ho.

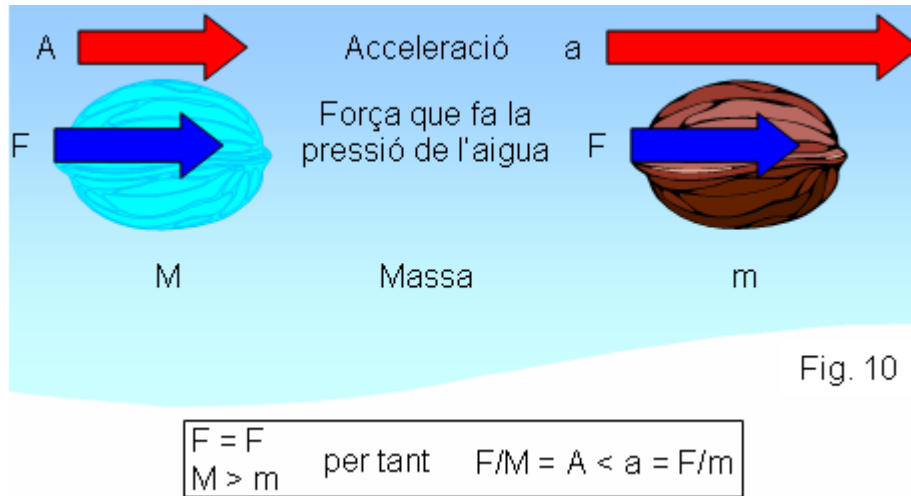


Fig. 10

En el segon cas, l'explicació és la mateixa: la força centrípeta actua sobre una massa més petita (la de la nou) i provoca una acceleració més gran en la direcció de la força, és a dir, cap al centre de rotació. En definitiva, malgrat les aparences en Newton encara mereix tot el nostre respecte i les seves lleis funcionen correctament!

La poma de Newton i la nou d'Einstein

Segons el que acabem d'experimentar, una nou submergida en aigua té un moviment relatiu en el mateix sentit de l'acceleració que experimenta el fluid (el sistema que l'envolta). El moviment relatiu de la nou indicaria, per tant, el sentit de l'acceleració. La nou seria un bon acceleròmetre.

Si ara tenim present que una nou es desplaça cap amunt quan la submergim en aigua, això significa que aquesta aigua i tot el sistema que l'envolta (encara que tot plegat ens sembli que està quiet) està accelerant cap amunt... això pot ser molt sorprenent!!!

Però... recordem com la teoria de la Relativitat General explica el fenomen de la gravitació? De forma

molt simplificada: un sistema sotmès a un camp gravitatori (en el nostre cas $g = -9,81 \text{ m/s}^2$ i

vertical) equival a un sistema accelerat just en sentit contrari ($a = +9,81 \text{ m/s}^2$ i vertical)... que és efectivament el que ens indica la nou quan està submergida. Impressionant la relació de la nou amb l'Einstein, no?

Tothom coneix l'estreta relació d'en Newton amb una fruita: la poma; a partir d'ara a l'Einstein potser haurem de relacionar amb un altre fruit: la nou.

Encara més...

Hi ha altres experiències sobre aquest mateix fenomen.

1. Posa un globus inflat amb heli dintre d'un cotxe o d'un autobús i deixa'l anar fins que s'aturi al sostre. Observa què passa quan el vehicle accelera. Què passarà quan faci una frenada sobtada? Em sembla que ara ja saps la resposta. Per cert, aquesta seria una bona experiència per predir, fer i comentar amb l'alumnat a l'autobús, mentre tornem d'una sortida, a un parc d'atraccions (per poder aconseguir fàcilment el globus amb heli).
2. El mateix efecte es pot aconseguir amb qualsevol objecte que sigui menys dens que el fluid que l'envolta, per exemple: la flama d'una espelma dins d'un recipient transparent es desplaça en el sentit de l'acceleració que produïm al recipient, i no en el sentit contrari.

I ara una anècdota: experimentant amb globus plens d'heli i buscant com aconseguir petites bombones o esprais d'aquest gas... Vaig trobar a Internet un web-estafa molt curiós. Feu una ullada a <http://www.zerogravityspray.com/>. No calen comentaris.

Se t'acudeixen més experiències per dur a terme i poder completar l'article? Si és així, t'agradaria que hi afegissis un comentari. Moltes gràcies.



Tavi Casellas

Professor de Física i Química de l'IES-SEP Montilivi de Girona des del 1981. Va formar part de l'Equip Directiu que va posar en marxa l'IES de Llagostera en l'inici de la Reforma. Ha estat formador del PIE, ara SGTI, al llarg de molts anys. La inquietud de resoldre amb agilitat els dibuixos de línies equipotencials, l'aprenentatge dels nous llenguatges de programació (Visual Basic i Java) i de disseny de pàgines web i l'obtenció d'una llicència d'estudis li ha permès l'elaboració del portal www.FisLab.net.
Adreça electrònica: ocasella@xtec.cat