

# Una nou contra en Newton

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 l'alumnat d'aquesta matèria.

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 cilíndric), i d'aigua (imatge 1). Omplim el pot de cuina amb aigua fins a vessar, diposem la nou a l'aigua (observem que hi sura, imatge 2) i tanquem hermèticament el pot.



Imatge 1

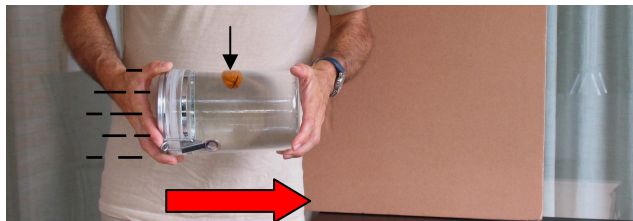


Imatge 2



Imatge 3

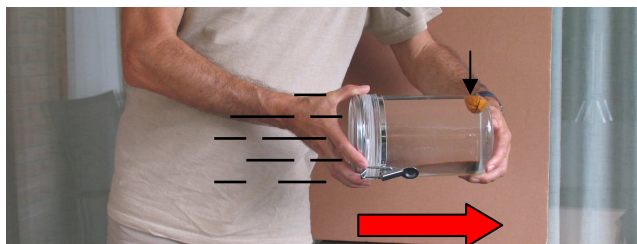
Ara només cal col·locar el pot horitzontalment. Lògicament, la nou quedarà situada a la part superior (la paret lateral del pot de cuina), tal com observem a la imatge 3, i ens podem preguntar: què passarà amb la nou si accelero el pot cap a la dreta (imatge 4)?



Imatge 4

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.

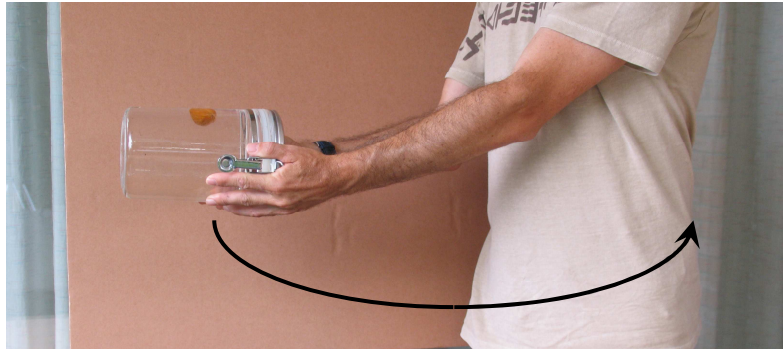
Bé, ara cal experimentar-ho. Observem què fa la nou i ... sorpresa! Passa que la nou es desplaça cap a la dreta amb una acceleració més gran que la que hem aplicat al pot (imatge 5).



Imatge 5

Encara podem experimentar més coses: situem el pot horitzontalment, ara, però, amb l'eix de simetria apuntant cap a nosaltres. Si el fem rodar de pressa (imatge 6), 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 agafa una corba (a causa de la força fictícia, en aquest cas, centrífuga).



Imatge 6

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 que la que s'aplica al recipient.

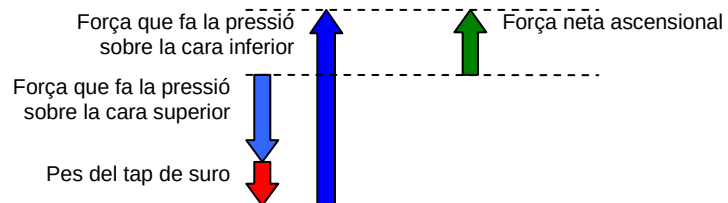
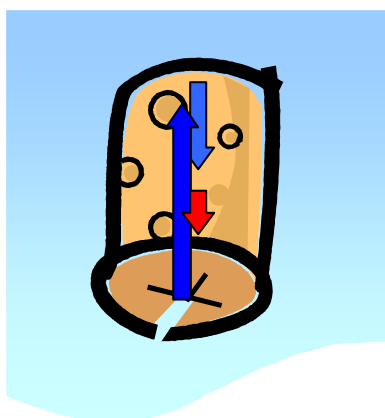
## Com ho expliquem?

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

Un suro submergit en 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, caiguessin cap el centre de la Terra.

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

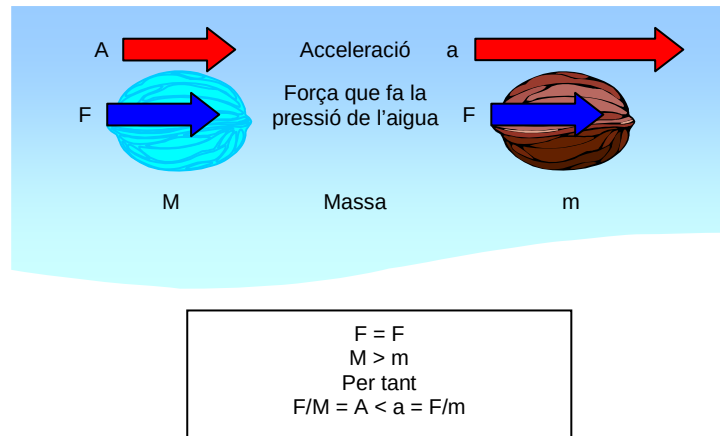
Si la força que realitza aquesta diferència de pressions és superior al pes de l'objecte, aleshores pujarà en comptes de caure cap avall. Observeu les figures.



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 següent ens ajuda a entendre-ho.



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 primera direcció de la força, és a dir, cap el centre de rotació.

En definitiva, malgrat les aparences, Newton encara mereix tot el nostre respecte i les seves lleis funcionen correctament!

## La poma de Newton i la nou d'Einstein

Pel 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 sembla 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 fruita: 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.

**Anècdota:** parlant de l'heli i de com es poden 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/>.

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