

# Jugant amb la física

**RAFAEL GARCIA MOLINA**

Fa temps que alguns amics mestres del Moviment de Renovació Pedagògica de les Terres de Sud del País Valencià (amb seu a Elx), em comentaren que a les «escoles d'estiu» s'ho passaven d'allò més bé, aprenent alhora que divertint-se en un ambient relaxat i participatiu. Jo els vaig preguntar si s'hi oferien tallers científics i em respongueren que no, perquè pensaven que una activitat científica no encaixava en el programa típic d'una escola d'estiu. Suposaven que era difícil disposar del material necessari per a fer experiments i, a més, consideraven que la ciència no podia encaixar en aquell ambient on els mestres actualitzaven els seus coneixements d'una forma participativa i lúdica, sense renunciar al rigor, és clar. Aquesta conversa em va esperonar per proposar un curs on els assistents podrien comprovar que la ciència pot ser tan gratificant com la música, la literatura, la pintura o qualsevol altra activitat humana.

**S**I EN ELS TALLERS de música, literatura o pintura predominen els aspectes divertits sobre els acadèmics, sense exigir als que hi participen uns coneixements especials, ¿per què no fer una cosa similar amb la ciència? Així van nàixer cursos amb denominacions tals com *Entreteniciència*, *Jugant amb la ciència* o similars, on es presenten materials i activitats que faciliten el contacte de professors i alumnes amb la ciència a través de la seua vessant lúdica (jocs, entreteniments, trucs, joguets...). Amb aquests cursos-tallers també es posa de manifest que en l'activitat científica, al menys a nivell d'educació primària i secundària, no és imprescindible disposar d'equips ni materials sofisticats, ja que poden fer-se experiències amb materials casolans (botelles de gasosa, globus, espaguetis, llandes i palletes de refresc, fil d'aram...) o fàcils d'aconseguir en qualsevol papereria (enquadernadors, cola, cinta adhesiva...).

No hi ha un criteri únic per a la selecció de les experiències, però, a més del seu caràcter formatiu, sí que cal tenir en compte que siguin senzilles i barates; si, a més, són sorprenents i espectaculars, l'èxit està garantit entre el públic. Aquestes activitats poden realitzar-se tant a l'aula com a casa o entre els amics, en fires de

la ciència, en festivals de fi de curs..., i serveixen tant per a estimular l'interès per la física com per a crear un agradable ambient al voltant de la ciència. Tot seguit presente alguns exemples d'experiències de física realitzades amb objectes quotidians, les quals poden usar-se per a estimular l'interès dels alumnes, iniciar una discussió científica o, simplement, per a passar una bona estona «jugant amb la física»; convé que cada experiència s'acompanye d'una discussió, el nivell de la qual vindrà determinat pel context en què es realitzi. El primer exemple l'explicaré amb una mica més de detall, mentre que en els següents casos n'esmentaré els conceptes bàsics de física que hi intervenen. Al final d'aquest treball apareix una relació de textos on es poden trobar moltes més experiències, així com les explicacions pertinents.

## **EXEMPLE 1: DIMONI DE DESCARTES (TAMBÉ ANOMENAT 'BUSSEJADOR CARTESIÀ' O 'LUDIÓ').**

Els materials necessaris són aigua, una botella de plàstic de parets llises (com les de gasosa) i un tros de paper d'alumini d'aproximadament  $10 \times 10 \text{ cm}^2$ . Arru-



guem el paper d'alumini fins a formar una boleta (més o menys de la grandària d'un cigró), que introduïm a l'interior de la botella, la qual ha d'estar plena d'aigua, encara que pot quedar-hi una petita cambra d'aire (esquerra de la figura 1).

La primera pregunta que pot suscitar-se és per què hi sura l'alumini, ja que és més dens que l'aigua. La boleta d'alumini sura gràcies a l'aire atrapat entre els seus plecs quan es va arrugar; aquestes cambres d'aire actuen com ho fan els salvavides. Si s'haguera premut molt la boleta i no hi haguera quedat aire atrapat, aquesta s'hauria afonat, ja que l'alumini és més dens que l'aigua; però si s'haguera premut molt poc la boleta d'alumini, deixant molt d'aire al seu interior, aquesta suraria sempre i no s'afonaria mai.

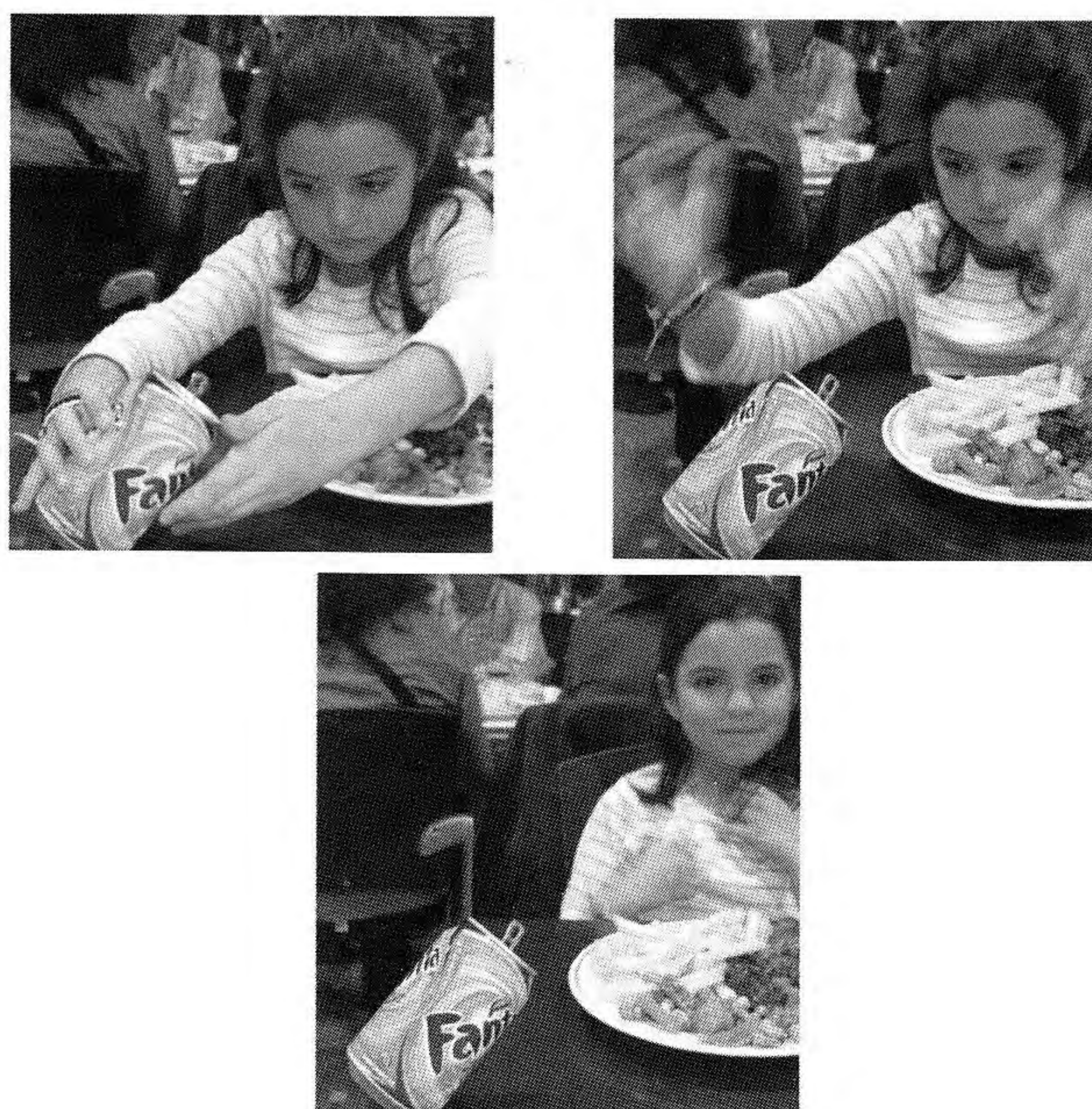
Quan premem les parets de la botella tapada (centre de la figura 1), disminueix el seu volum i l'aigua s'ha de ficar a les cambres d'aire que hi ha entre els plecs de l'alumini; aquesta entrada d'aigua provoca que la boleta s'afone. Una discussió més detallada duria a parlar de l'empenta d'Arquímedes, la qual depèn del volum de líquid desallotjat pel cos submergit; l'entrada d'aigua entre els plecs de l'alumini hi redueix el volum d'aire amb la consegüent disminució de l'empenta, per tant la boleta s'afona. Quan reduïm la pressió sobre les parets de la botella, l'aire a l'interior dels plecs tendeix a recuperar l'espai que ocupava originalment, amb la qual cosa augmenta l'empenta d'Arquímedes i la boleta sura. Controlant adequadament la pressió sobre les parets de la botella pot aconseguir-se que la boleta romanga immòbil a una determinada profunditat.

Convé dir que, després d'alguns moviments d'ascens i descens, la boleta acaba finalment als fons de la botella perquè, a poc a poc, se li va escapant l'aire que té atrapat, cosa que detectarà un bon observador en veure petites bombolletes que s'escapen de la boleta d'alu-

mini. Si en comptes de la boleta d'alumini s'usa una càpsula de vidre o plàstic llastada amb una rosca metàl·lica, es pot veure el volum d'aire al seu interior, que canvia segons es pressione més o menys la botella; també pot fer-se un bussejador amb una bosseta de quetxup, maonesa, mostassa... Si es vol relacionar aquesta activitat amb referents del nostre entorn (tant natural com tecnològic), cal dir que el procediment d'omplir o buidar una cambra amb aire (o altre gas), és el que fan servir els peixos amb la bufeta natatòria o el que utilitzen els submarins per a ascendir o submergir-se a voluntat. Amb aquest senzill dispositiu es pot jugar amb la fantasia dels xiquets (i no tan xiquets), demanant a un voluntari que estire cap avall d'un «fil invisible que hi ha a la base de la botella». Quan, després d'una certa incredulitat, l'infant accepta participar en el joc, per a la seua sorpresa (i la del públic), observa que el bussejador descendeix quan estira cap avall del fil invisible i ascendeix quan sobtadament tallem aquest fil. Òbviament, la persona que sosté la botella està prement més o menys les seues parets per tal que els moviments del bussejador estiguen sincronitzats amb els de la mà infantil que estira del fil invisible. A la part dreta de la figura 1 s'observa la cara de sorpresa i goig que fa un xiquet mentre «juga amb la física».

## EXEMPLE 2: LLANDA DE REFRESC EQUILIBRISTA

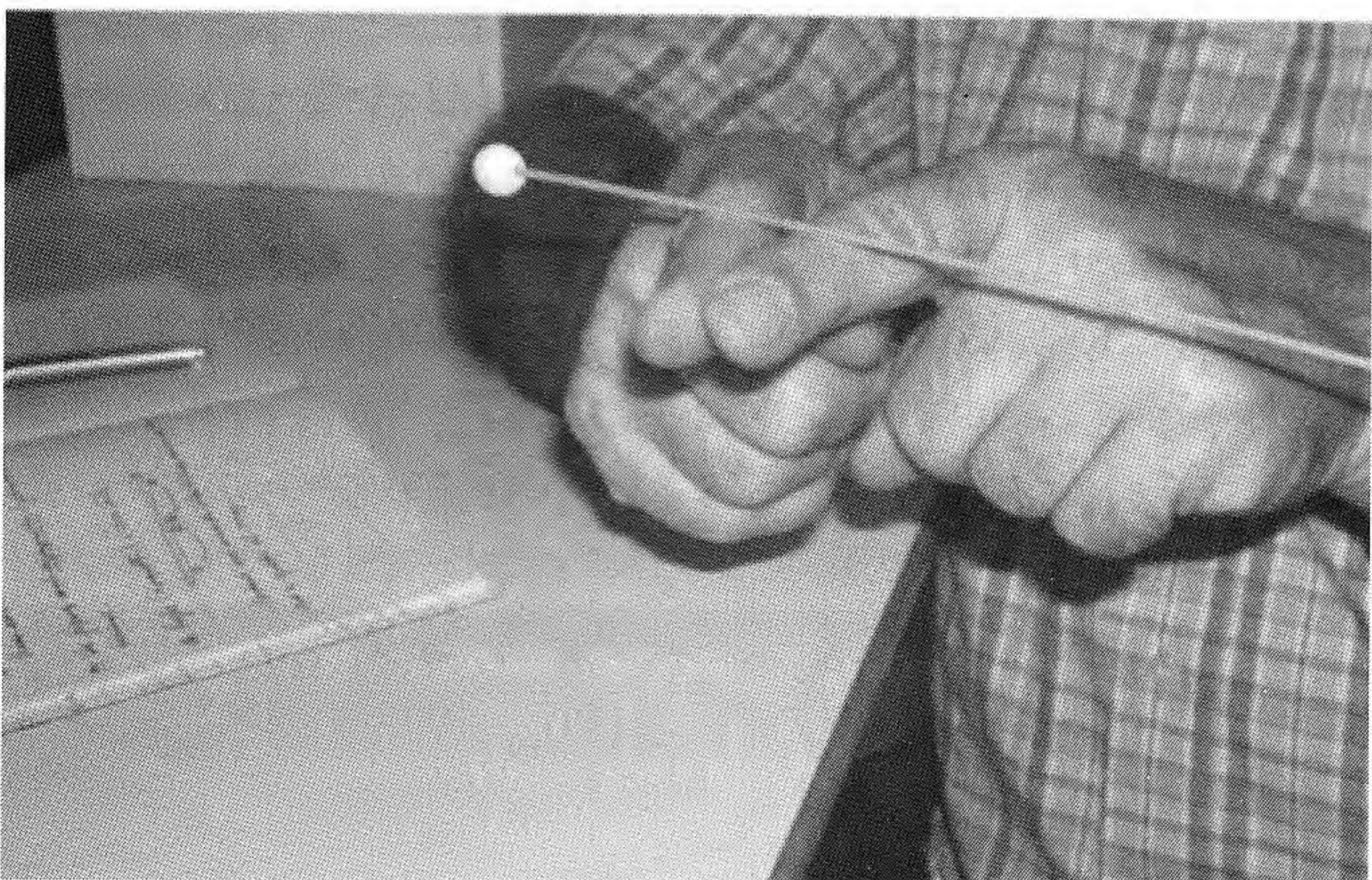
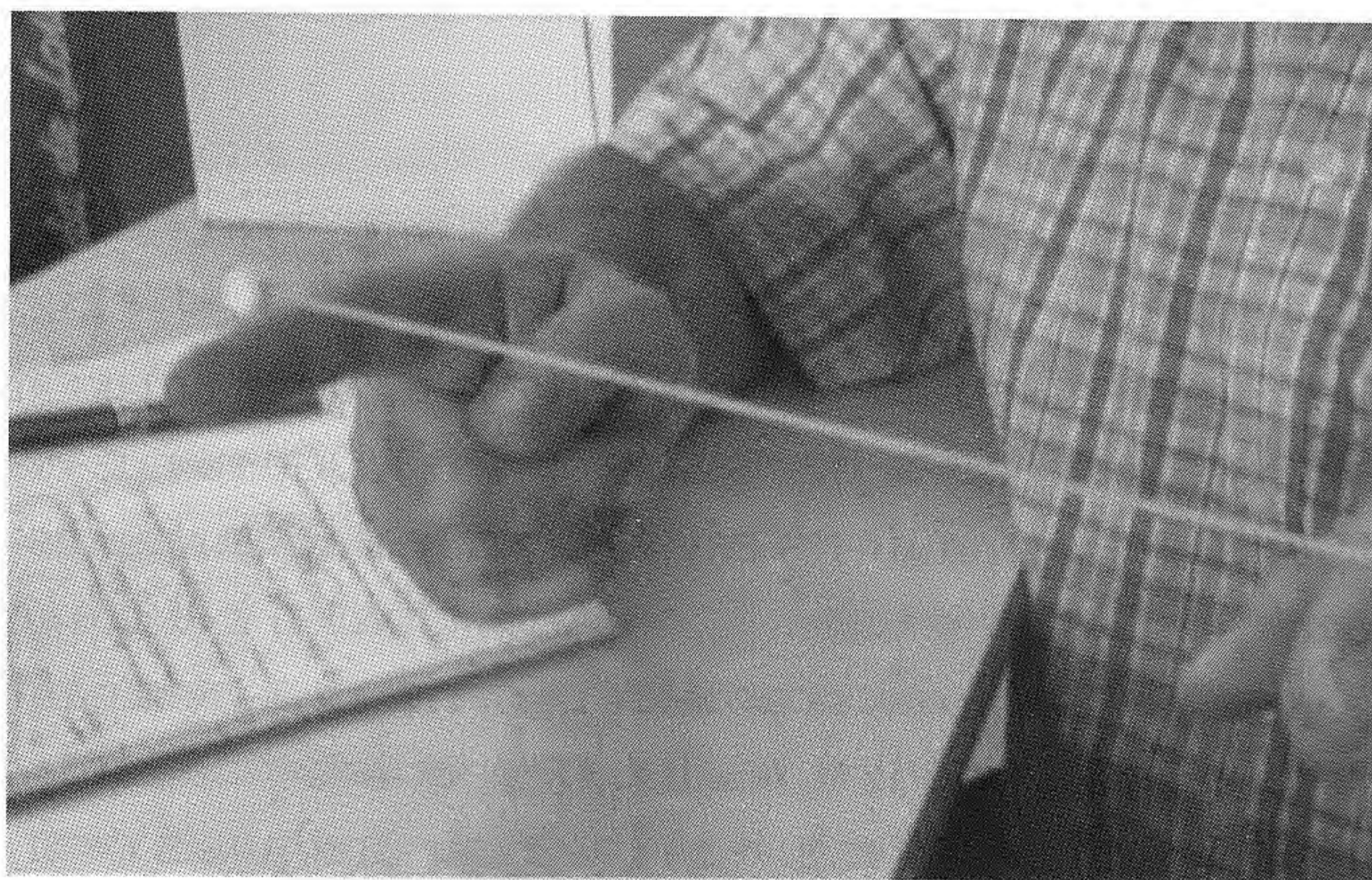
Una llanda de refresc amb una mica de líquid al seu interior (aproximadament entre 1/2 i 2/3 de la seua



capacitat) pot romandre en equilibri si es deixa recolzada sobre una superfície horitzontal. La figura 2 mostra la seqüència en què una xiqueta col·loca la llanda, aparta les seues mans i, novament, la cara de satisfacció per haver aconseguit el seu objectiu: gaudir jugant amb la física. La llanda es manté en equilibri perquè el seu centre de gravetat està situat sobre la vertical de la petita base on es recolza.

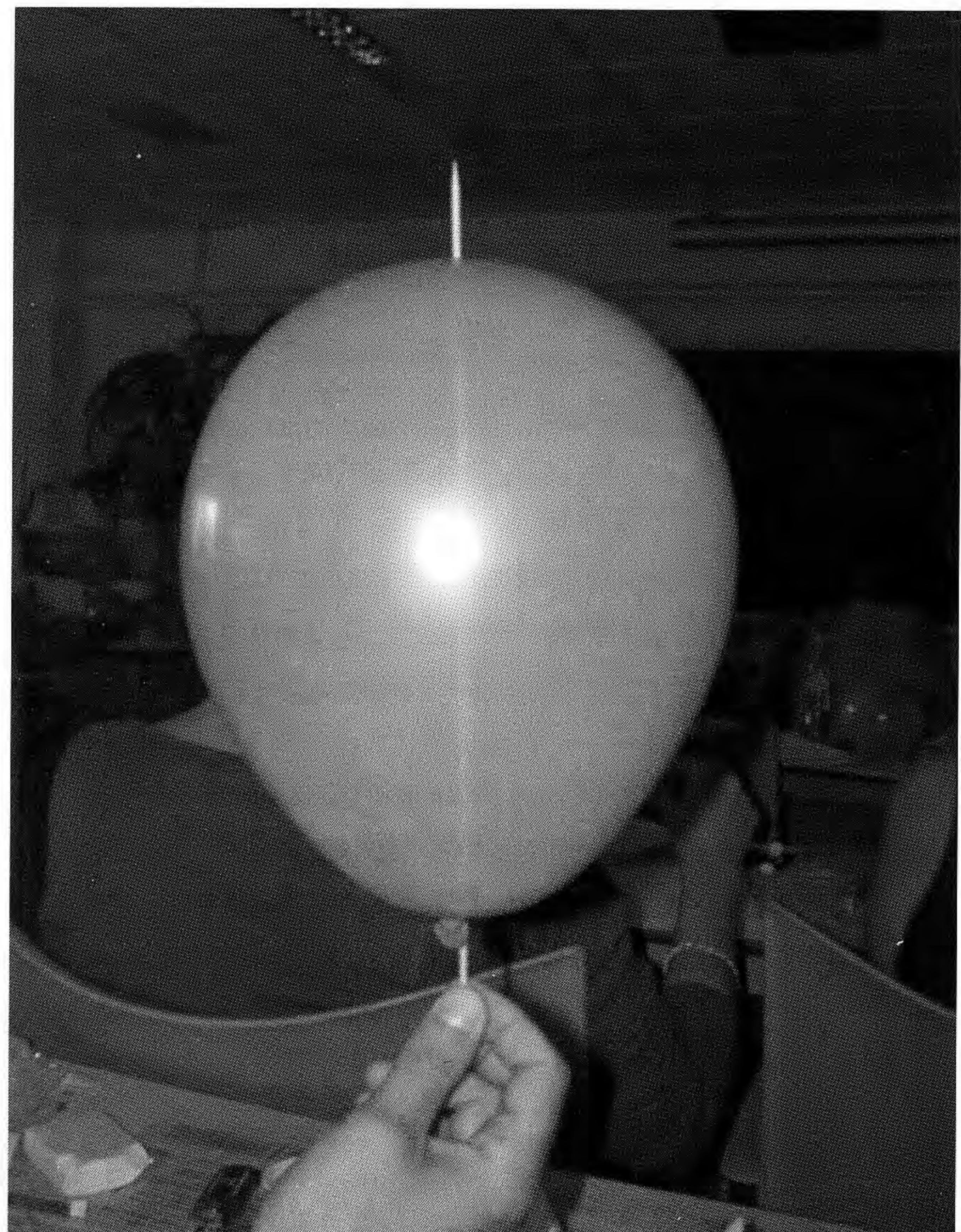
### EXEMPLE 3: L'ESPAGUETI INTEL·LIGENT

Col·loquem horitzontalment un espagueti sobre un dit de cada mà, tal com es veu a la part superior de la figura 3, i ajuntem suaument els dits. Podríem esperar que l'espagueti caiguera en algun moment mentre s'acosten els dits, però es manté horitzontal, fins que els dos dits coincideixen sota el centre de gravetat de l'espagueti (que està al seu centre geomètric). A la figura 3 s'ha col·locat una peça de plastilina a l'extrem de l'espagueti per a mostrar que el centre de gravetat es desplaça cap a on més massa hi ha, tal com es pot veure a la part inferior de la figura 3. L'explicació física és que l'espagueti rellisca alternativament sobre cada dit, començant per on menys fricció hi ha.



### EXEMPLE 4: GLOBUS FAQUIR

És possible travessar un globus amb una vareta esmolada (una broqueta o una agulla de fer calça, per exemple) sense que el globus explote; per evitar accidents, convé que els xiquets menuts usen un furgadent en comptes de la vareta. L'experiència es fa introduint la vareta a prop del nuc, la part menys tensa que la resta del globus, cosa que pot apreciar-se perquè té un color més fosc que la resta del globus. Amb una mica de pràctica es pot aconseguir traure la punta de la vareta per l'extrem del globus oposat al nuc, on també hi ha menys tensió de la membrana del globus (com pot comprovar-se pel seu color més fosc).



### EXEMPLE 5: GLOBUS ADHESIUS

Després de refregar vigorosament un globus amb el cabell, un mocador o la roba (que han d'estar ben secs i nets), els dos cossos refregats adquireixen càrregues de signes oposats; en particular, el globus queda carregat negativament i en apropar-lo a una paret o porta es queda enganxat per atracció elèctrica, com veiem a la figura 5.

## ALGUNS LLIBRES RECOMANATS PER RAFAEL GARCIA MOLINA

- J. Estalella, *Ciència recreativa. Enigmas y problemas, observaciones y experimentos, trabajos de habilidad y paciencia*, Barcelona: Gustavo Gili, 1918. Una excel·lent recopilació d'experiències que abasta pràcticament tots els camps de la ciència. Recentment s'ha reeditat acompanyat d'un llibre on diversos autors comenten les experiències des del punt de vista actual (Ajuntament de Barcelona, 2007; Fundación Séneca – Academia de Ciencias de la Región de Murcia, 2008).
- A. Gené (coord.), T. Cortada, M. Miranda, P. Molló, T. Peleato i M. Sorribes, *Pensar, que bé! Com acompanyar els infants a descobrir el món*, Lleida: Pagès Editors, 2007. Un llibre que mostra com els xiquets menuts (i les seues mestres) s'ho passen d'allò més bé experimentant amb la ciència.
- J. Hann, *Guia pràctica il·lustrada per als amants de la ciència*, Barcelona: Blume, 1981. Una molt bona recopilació d'activitats científiques, il·lustrades amb molta claredat.
- P. G. Hewitt, *Física conceptual*, 2a ed., Addison-Wesley, 1995. Llibre de text on s'expliquen els conceptes bàsics de física sense necessitat de recórrer a càlculs tediosos, però sense renunciar a la rigor científica en l'exposició dels continguts.
- D. Jiménez Albiac, *Ciència a un euro. Preguntes, respostes i un munt d'experiments*. Barcelona: Ara Llibres, 2007. Combinació de preguntes curioses (amb la seua resposta) i d'experiments científics.
- A. Meiani, *El gran libro de los experimentos*, Madrid: San Pablo, 2000. Conté una gran quantitat d'experiències, per a totes les edats.
- Fra Noi, *Ciències i paciències del calaix d'un savi*, Barcelona: Alta Fulla, 1998; reproducció facsímil de l'original, que presumiblement va ser publicat a la dècada de 1910). Recull d'experiments i consells de tota mena (domèstics, científics...), on es poden trobar com s'aplica la ciència en situacions quotidianes.
- Y. Perelman, *Física recreativa i Problemas y experimentos recreativos*. Tots els llibres de Perelman han esdevingut clàssics de la ciència recreativa i poden descarregar-se de <[http://www.geocities.com/yakov\\_perelman/](http://www.geocities.com/yakov_perelman/)>.
- R. Sensat, *Les ciències en la vida de la llar*, Barcelona, Alta Fulla, 1998; reproducció facsímil de l'original de 1923). No és un llibre de ciència recreativa en sentit estricte, però aplica coneixements científics en ambients i amb materials domèstics.
- G. Tissandier, *Recreaciones científicas, o la física y la química sin aparatos de laboratorio y sólo por los juegos de la infancia* (Barcelona: Alta Fulla, 1981; reedició facsímil de l'original de 1887). Magnífic recull d'entreteniments científics de tota mena, amb l'encant i claredat de les il·lustracions noucentistes.
- Tom Tit, *La ciencia divertida* (José J. de Olañeta, Palma de Mallorca, 1992; reproducció facsímil de l'edició de 1890). De característiques similars a les del llibre de Tissandier, però molt més breu.
- A. Vallejo-Nájera, *Ciencia mágica. Experimentos asombrosos para genios curiosos*, Barcelona: Martínez Roca, 1999. Experiments clàssics presentats amb aire desenfadat, tant en les il·lustracions com en els comentaris.
- UNESCO, *Nuevo manual de la UNESCO para la enseñanza de las ciencias*, Barcelona: EDHASA, 1978. Nombrosos experiments sobre física, química, geologia, biologia, etc., que poden realitzar-se amb materials fàcils d'adquirir i que no són perillosos.

El fet que els alumnes s'involucren en la realització de les activitats formatives (tant dins com fora de classe), comporta un valor afegit en el procés educatiu



que no cal desapropiar. La senzillesa i espectacularitat de les experiències que s'han presentat animaran els alumnes a reproduir-les entre la família i els amics, assumint el paper de científic i transmetent el gaudi que se sent en fer i explicar un «experiment». «Jugant amb la física» podem realitzar experiències amb les quals estimular la curiositat i suscitar preguntes de física en els nostres alumnes, de tal manera que aquests es mostren interessats per la matèria i, al mateix temps, passen uns moments divertits. Però no hem d'oblidar que cal dosificar convenientment l'ús d'aquests recursos didàctics, adaptant-los als objectius docents plantejats per a cada nivell educatiu. ■

**RAFAEL GARCIA MOLINA**

és doctor en Física i membre del Departament de Física-CIOyN de la Universitat de Múrcia (rgm@um.es)