

# Física bàsica universitària

José A. Gorri \*

Cada any ingressen a les universitats nord-americanes centenars de milers d'estudiants que han de seguir un Calculus-Based Introductory Physics Course. Davant aquest mercat potencial, les editorials competeixen a presentar textos el títol dels quals s'assembla a l'original de l'obra de Paul A. Tipler: *Physics for scientists and engineers*, de la tercera edició americana del qual s'ha realitzat una acurada traducció al català.

El text pioner d'aquestes característiques és el de Sears i Zemansky (Sears, 1987), que es publica el 1949 i, si es pot dir, defineix què és un curs introductor de física. Es basa a assentar fermament els fonaments de la física clàssica i en la resolució de problemes com a mètode d'aprenentatge; presta una certa atenció a les aplicacions pràctiques i a les teories modernes, i proporciona un marc històric i filosòfic.

A la fi dels anys cinquanta, impulsats pels canvis tecnològics sorgits de l'energia nuclear i la carrera de l'espai, es realitza als EUA un gran esforç de reforma de l'ensenyament de la física. La Commission on College Physics, que es forma el 1960, s'encarrega de revitalitzar els programes de la física bàsica universitària (CCP, 1962).

Aquest mateix any apareix el text de Halliday i Resnick, que manté l'enfocament del llibre de Sears, però és una mica més teòric. Els capítols i les seccions estan molt delimitats, i conté molts exemples i problemes. A la segona edició, del 1966, s'hi incorporen algunes de les idees didàctiques desenvolupades aquests anys, amb què es dona una visió de conjunt de la física, que es perdia al llarg del text a la primera edició. La qualitat de l'obra, en conjunt, va fer que fos, ben aviat, el text més utilitzat als EUA, de tal manera que va desplaçar Sears, i que avui continuï sent un dels que té més èxit. S'han continuat realitzant alguns canvis en edicions successives (Halliday).

Els anys setanta apareixen, a més, una sèrie de llibres que tenen com a denominador comú l'intent de realçar el procés de descobriment en la ciència. Entre aquests llibres ocupen un lloc destacat les "Lliçons" de Feynmann, dictades originalment pel premi Nobel als alumnes dels dos primers cursos del California Institute of Technology. El curs se centra en els conceptes teòrics de la

mecànica, la mecànica estadística, l'electromagnetisme i la quàntica, i omet una part important del contingut experimental i fenomenològic d'un curs convencional. És el punt de vista d'un físic teòric, encara que realment fa la impressió de donar una visió abstracta dels temes. El curs està ple d'entusiasme per donar explicacions de problemes teòrics, sense tenir-ne en compte la dificultat, amb un estil que sovint és col·loquial. El geni il·lumina moltes parts de l'obra per il·lustrar idees físiques bàsiques, però en d'altres l'enfocament sembla molt discutible, com ara en la de l'electromagnetisme, per exemple, en què introdueix prèviament equacions finals per parlar-ne i, de vegades, obtenir-ne algunes aplicacions. De vegades, l'estudiant no pot distingir el que s'afirma del que es dedueix. L'encomiable entusiasme i l'envejada originalitat han d'estar, en un text, temperats per una certa disciplina, una presentació acurada i una dosi de realisme, del qual la major part dels estudiants poden aprendre. Per tot això, les "Lliçons" de Feynmann constitueixen llibres excel·lents per als professors, que hi trobaran idees suggeridores, i de referència per als estudiants millors i més motivats.

El 1965 apareixen els dos primers volums dels cinc que constitueixen el *Berkeley Physics Course*, pensats per a un curs de dos anys per a estudiants de ciències i enginyeria. El desenvolupament del curs va ser finançat per la National Science Foundation i la seva intenció, segons declaren els autors al pròleg, va ser presentar la física bàsica en la línia que segueixen els físics que treballen en primera fila en el camp respectiu. Malgrat que es poden plantejar certes reserves sobre punts específics, constitueixen, segons la meua opinió, el millor dels textos que van aparèixer en aquesta època de canvi de la didàctica de la física bàsica universitària. La segona edició dels dos primers volums va aconseguir millores notables. Així, en el volum de mecànica es va suprimir el capítol dedicat a partícules elementals i es va escriure de nou el que es dedica a la dinàmica del sòlid rígid, amb què es va guanyar una considerable claredat; en el segon, la introducció del Sistema Internacional (SI) d'unitats facilita el treball de l'alumne.

El 1976, en la línia del text de Halliday i Resnick, apareix el text de Paul Tipler amb el títol *Physics*. La primera edició aporta un format atractiu i està ben il·lustrat i organitzat; les figures i el text s'utilitzen conjuntament per aconseguir una explicació més clara; resulta

\*José A. Gorri (Olite, 1938) és catedràtic del Departament de Física Aplicada de la UPC.

rigorós, encara que de vegades és superficial, i presenta un enfocament tradicional pel que fa a la física clàssica; inclou una bona i abundant selecció d'exemples, exercicis i problemes. Com els altres textos, millora en la segona edició i encara més en la tercera, que origina aquest escrit i que comentaré més endavant.

El 1981 apareixen dos textos que introdueixen una innovació: la inclusió del càlcul numèric com a part integrant del curs. Són el text d'Eisberg i Lerner, i el de Roller i Blum. Ambdós assumeixen la generalització de l'ús de les màquines calculadores programables i de l'ordinador personal com a eines de treball. Aquesta inclusió, com una innovació en l'estudi i la comprensió de la física, és més clara i decidida en el segon text, el qual, a més, inclou un agradable material històric perquè el lector es pugui adonar de la racionalitat de la manera de créixer del nostre coneixement. Malgrat aquesta innovació, ambdós textos pràcticament mantenen l'enfocament dels anteriors.

Que no hi hagi hagut canvis dràstics des de la fi dels anys seixanta no significa, ni de bon tros, que ja hi hagi criteris universalment acceptats per al que ha de ser una física introductòria. Avui, el canvi tecnològic (informàtica, comunicacions, nous materials) fa necessari revisar de nou la preparació de científics i enginyers que viuran professionalment al segle XXI. Tant és així que quatre editorials de la revista *American Journal of Physics* de 1987 estaven dedicats a provocar en la comunitat de físics l'interès per la renovació d'aquests ensenyaments. En les notícies del número d'octubre del mateix any de *Physics Today* es dona compte dels diversos ajuts econòmics destinats a finançar projectes d'innovació en aquests cursos (Introductory University Physics Project, IUPP). En els primers números de 1988 de la revista esmentada hi ha tres articles dedicats a aquest tema (Hilbert, French i Bartlett). L'IUPP es concreta entre el 1987 i el 1992 en quatre models diferents de cursos (Rigden, 1993); l'avaluació de l'assaig d'un dels models es pot llegir en un article de Halley i Ellis (Halley i Ellis, 1995).

Des de l'aparició de la segona edició recomano als meus estudiants el llibre de Tipler. La minoria que decideix comprar-se un llibre i es decideix per aquest, o els que el consulten a les biblioteques, mostren un grau de satisfacció elevat, segons el que es manifesta en aquestes successives. Encara que alguns temes es tracten en un nivell propi de COU, l'heterogeneïtat dels coneixements dels alumnes d'un primer curs recomana que tinguin ben clar el nivell de coneixements que se suposa que han de tenir, i que si no el tenen han de fer un esforç complementari per assolir-lo. El llibre de Tipler els representa un ajut substancial: introdueix bé el càlcul al llarg del text, l'integra com a part de la física. Aquest pas sol ser costós per als estudiants, els quals, en ge-

neral, no hi estan habituats. Els nombrosos problemes del final de cada capítol s'han classificat en tres grups segons la dificultat.

A la tercera edició s'introdueix el color com un element didàctic més i no pas com una motivació estètica, encara que aconsegueix ser-ho, cosa que s'agraeix. Quan escric aquestes línies acabo d'explicar la llei de Gauss del camp elèctric. Si es mira la *Física* de Tipler amb ulls d'estudiant, resulta difícil notar el caràcter general de la llei de Gauss i separar-la de la seva aplicació al càlcul del camp per a les distribucions de càrrega amb simetria: en aquest cas, el color traïx la seva funció, atès que s'utilitza el mateix color per emmarcar amb un rectangle la definició de flux elèctric, la llei de Gauss o el camp a l'interior d'una closca esfèrica carregada. I això passa a tot el text.

S'hi han afegit noves col·laboracions, de tal manera que hi ha catorze assajos (disset en la versió completa, que no està traduïda).

En els nous plans d'estudis d'enginyeria s'ha disminuït el nombre d'hores de classe, però no els temaris. La hipòtesi és que un professor incrementi el seu paper com a motivador i canalitzador de l'aprenentatge de l'alumne, i disminueixi el seu nivell d'informador o dictador de classes magistrals; l'aprenentatge s'ha de basar més en recursos. El primer és l'ús d'un bon text. Un d'aquests pot ser el que comentem. Tots els textos punters de física bàsica tenen una quantitat excessiva d'informació, molta més matèria de la que un estudiant pot assimilar en un curs, però tot professor dirà que hi falta tal cosa o que tal altra es tracta amb poca profunditat o amb un nivell massa baix. Fins ara, la comunitat de físics no s'ha posat d'acord sobre quins temes cal deixar postergats. Tant en l'edició castellana com en la catalana, l'editor ha forçat un consens parcial en publicar la versió no completa.

Quant a la versió catalana, la terminologia emprada és molt acurada: en molts casos no gens trivials han sabut trobar la paraula més comuna en la llengua catalana, alhora que correcta i precisa, sense haver d'utilitzar anglicismes o castellanismes, que sempre molesten el lector.

És per això que el Tipler en versió catalana resulta molt recomanable, a banda de les raons científiques i pedagògiques que ja he exposat, com a llibre de text o de consulta, i també per trobar-hi una terminologia científica adequada. En aquest sentit, és el llibre que molts físics han trobat a faltar durant anys, per exemple, a l'hora de preparar unes classes. És un pas cap a la normalització: les traduccions en castellà dels llibres de física emprats en els primers cursos d'universitat apareixien els anys seixanta i setanta, i han calgut 25 anys més per poder llegir-los en català.

## Referències

- BARTLETT, A. A., Role, mission and change in our introductory collegiate physics courses, *American Journal of Physics*, **56**, 204 (1988).
- Commission on College Physics, Progress report of the Commission on College Physics, *American Journal of Physics*, **30**, 665 (1962).
- FRENCH, A. P., Some thoughts on Introductory physics courses, *American Journal of Physics*, **56**, 110 (1988).
- HALLEY, J. W. i ELLIS, P. J., *JCST*, **24**, 201 (1995).
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R. i KRANE, K. S., *Physics*, 4a edició. John Wiley and Sons.
- HILBERN, R. C., Redesigning college and university-level introductory physics, *American Journal of Physics*, **56**, 14 (1988).
- RIGDEN, J. S., HOLCOMB, D. F. i DISTEFANO, R., The Introductory University Physics Project, *Physics Today*, **46**, 32 (1993).
- SEARS, F. W., ZEMANSKY, M. W. i YOUNG, H. D., *University Physics*, 7a edició. Addison-Wesley (1987).

### PREMI “JORDI PORTA I JUÉ”

de la Societat Catalana de Física

Convocat per trenta-quatrena vegada el 23 d'abril de 1996, serà adjudicat el 30 de març de 1997. L'import del premi és de 100.000 pessetes.

El jurat podrà concedir per unanimitat un altre primer premi i, tant si el premi s'adjudica com si no, es podran concedir un o més accèssits.

Poden prendre part en aquesta convocatòria estudiants de qualsevol centre universitari.

Els treballs que aspiraran al premi hauran de ser escrits en català i s'hauran de presentar en dos exemplars escrits a màquina i signats per l'autor, el qual indicarà la seva adreça, així com la facultat o escola on estudia i el curs en què està matriculat. En queden excloses les tesis doctorals.

Farà l'adjudicació un jurat format per tres membres designats per la Junta Directiva de la Societat.

Els premis es faran efectius el dia del lliurament dels premis de l'Institut d'Estudis Catalans.

La Societat no s'obliga a retornar els treballs no premiats que no hauran estat recollits dins els tres mesos següents a la data d'adjudicació dels premis.

El Comitè Editorial de la Revista de Física es compromet a publicar un article del mateix autor basat en el treball premiat.

Les obres aspirants al premi hauran de ser trameses per correu certificat a la Secretaria de la Societat, o bé presentades a la seu de l'Institut d'Estudis Catalans (carrer del Carme, 47, 08001 Barcelona) abans del 31 de desembre de 1996.