

Construyendo la Relatividad

Manuel F. Alonso Sánchez, Vicent F. Soler Selva

Equipo Sirius, S.A., Madrid (2002)

Què és el temps? Què és l'espai? Allò es mou o som nosaltres qui ens movem?...

Segons en quines circumstàncies es formulen preguntes com aquestes, poden resultar de caire trivial (d'aparent sentit comú), de tints filosòfics o, com repeteixen els autors de *Construyendo la Relatividad*, d'un profund interès científic. Per a la majoria de nosaltres, però, són preguntes que mai ens hem plantejat. La Teoria de la Relativitat Especial és ja vella (farà 100 anys el 2005), però la figura d'Einstein, el seu creador, continua en l'imaginari col·lectiu com un dels científics més grans i originals (i una mica excèntric) de tots els temps.

Doncs bé, de la mà dels professors Manuel Alonso i Vicent Soler, podem arribar a entendre per què tenim necessitat pràctica i teòrica de descriure els moviments des de diversos punts de vista –sistemes de referència– (com ara el moviment dels astres, o el d'una moneda llençada a l'aire per un viatger d'un tren que passa ràpid per l'andana de l'estació, i que és observat per algú que seu a un banc de l'estació), i per què aquests plantejaments han conduït, en un viatge intel·lectual de molts segles, a entendre molt millor els conceptes de temps, d'espai, de simultaneïtat, o com es corba l'espai-temps a prop dels estels.

Quan jo estudiava el segon any de la carrera de Ciències Físiques em van introduir els conceptes bàsics de la teoria de la Relativitat Especial, que no vaig *entendre* bé. Als companys de la residència universitària on vivia se'ls va ocórrer la idea d'organitzar un cicle de seminaris i, òbviament, em vaig oferir a parlar de la teoria d'Einstein, un tema que sempre crida l'atenció. Tot i que mai es va fer el seminari, recorde que durant la preparació vaig llegir un llibret de divulgació que es titulava: *Qu'est-ce que c'est la relativité?* És significatiu que el llibre que estem comentant ara s'anomena "*Construyendo la Relatividad*". Els darrers dos o tres decennis i moltes publicacions de recerca en didàctica de l'ensenyament de les ciències ens han mostrat que la ciència s'aprèn (re)construint-la (*Construyendo*) entre professors i alumnes, no merament mostrant-la des d'una tarima (*Qu'est-ce que c'est*). I aquesta és una de les originalitats del llibre que comentem: el plantejament constructivista que, a força de llançar preguntes ben meditades, incita el lector a pensar les possibles respostes. I, mitjançant la reiteració (fil conductor) del problema bàsic que es vol resoldre al llarg del llibre, el problema de la relativitat, la confrontació de les possibles respostes del lector amb les que va suggerint el llibre, és com el lector/estudiant es veu conduït de la mà dels experts que van il·luminant des de diversos angles les respostes parcials que la ment humana ha anat trobant. En poques teories com la de la relativitat és tan palesa la necessitat del qüestionament d'allò que sembla obvi.

Fa anys em va tocar explicar els elements bàsics de la relativitat a alumnes de primer de Químiques. No m'entenien. El curs següent, i amb nous alumnes, hi vaig tornar a la càrrega. Seguien sense entendre les meues

classes “magistrals”. Llavors, el tercer any que vaig explicar la Relativitat Especial, recorde, vaig fer bona la famosa exclamació del professor J.S. Bruner (*El procés de l'aprenentatge*): aleshores va ser quan **jo** vaig entendre la Relativitat Especial! I, com ens ocorre als docents, una vegada entenien els aspectes essencials de la teoria, vaig ampliar el nombre de preguntes que plantejava als meus alumnes: per què és líquid el mercuri?; o, com explicar que els muons, partícules que viatgen a grans velocitats cap a la Terra, ens duxen en quantitats molt més grans, sense desintegrar-se gairebé tots pel camí, com s'esperaria abans de la invenció de la Relativitat Especial? Aquest fet, per cert, s'explica ben clarament a la pàgina 126 del llibre. Allà aprenem que, des del punt de vista des muons, la distància que han de travessar per arribar a la Terra és més curta del que ens pensem (*contracció de longituds*), mentre que, des del nostre punt de vista, el que ocorre és que els muons tenen una vida més llarga –abans de desintegrar-se- pel fet d'estar viatjant (*dilatació del temps*). I és que no podem analitzar ja, com feia Newton i la Física abans d'Einstein, fenòmens en l'espai, o fenòmens en el temps: únicament té sentit parlar de què ocorre en el tramat espai-temps.

Hi ha un anunci a Catalunya Ràdio que mostra un pescador que no traure de la mar. Aleshores, un que se l'està mirant, li dóna alguns consells: “Gràcies”, li diu el pescador, “però no podria haver-m'ho dit unes horetes abans?” Aquest mateix sentiment tenia jo mentre llegia el llibre dels amics Vicent i Manolo. No podien haver-lo escrit fa uns quants anys? Però, és clar, per raons d'edat (relativa) entre els autors i jo, això només hauria estat possible si ells l'hagueren escrit mentre jo viatjava en una nau espacial a velocitats properes a la de la llum. Aquesta possibilitat (la paradoxa dels bessons que envelleixen a ritme diferent) s'explica també a les pàgines 126-7 del text.

En llegir activament com s'ha anat creant la teoria de la relativitat un no té més remei que meditar i aprendre sobre un cabàs de conceptes, de resultats d'experiments mentals o reals ben enginyosos, de conseqüències de la relativitat que un no sabia, d'enfocaments originals, de maneres d'explicar entenedores de tots els ets i uts de la Relativitat Especial, la teoria que es fa servir quan els moviments que volem descriure no tenen acceleració. Els autors aporten tot un capítol dedicat a la cinemàtica i un altre a la dinàmica relativista, i els farceixen de diagrames espai-temps molt aclaridors.

No es conformen amb açò, però, els autors, i s'endinsen en el món complex de la Relativitat General, que el mateix Einstein va formular el 1915. En un capítol ben interessant, ens proposen que ens imaginem dins d'ascensors que cauen lliurement: un típic malson que, en aquest cas, no produeix vertigen i que ens condueix, de manera natural, a la caiguda de la pròpia llum cap a les masses que poblen l'Univers. I ens assabentem que l'ús quotidià dels sistemes de GPS (sistemes de posicionament espacial, un terme ben conegut avui dia gràcies als telèfons mòbils), fa servir la Relativitat General, la teoria que s'ha d'aplicar per a descriure moviments accelerats. I tots els moviments del nostre Univers són accelerats, perquè les atraccions gravitatòries entre les masses fan que totes les partícules (la llum, inclosa) s'acceleren. O, en altres paraules, l'entramat espai-temps es corba.

La dilatada experiència docent dels autors, i el seus coneixements profunds i actualitzats sobre els processos d'ensenyament-aprenentatge, els porten a explicar, a repetir, a exemplificar, aprofitant la història de la relati-

vitat, tots els ensenyaments que es desprenen de l'estudi de qualsevol teoria científica, és a dir, de qualsevol visió del món: quines relacions tenen les teories noves amb les velles? Com es produeixen els canvis de paradigma? Quin perill té utilitzar conceptes vells en teories noves que els han fet obsolets? En quines condicions es pot aplicar, encara, una teoria "errònia" o superada, tot i que sabem que no és la millor que ja tenim?

Avui dia el llenguatge iconogràfic ens acompanya pertot arreu, i el llibre present no podia estar-se'n: un graciós personatge amb corbata de llacet i smoking, entre Einstein i Marx (com va observar un amic nostre), ens mira sorneguer des de moltes il·lustracions, com donant-nos confiança a enfrontar-nos amb el constant sacseig mental a què ens sotmeten els autors. De fet, els punts més difícils de la teoria de la relativitat no són necessàriament els que imprescindiblement requereixen d'unes poques matemàtiques; en general, les preguntes i les respostes que se'ns plantegen al llibre són d'una profunditat tal, tot i l'aparent senzillesa, que cal llegir-les i rellegir-les per capir-ne els significats. En tot cas, el lector pot fàcilment obviar els quadres, de fons ben negre, que anuncien un breu desenvolupament matemàtic per als més agosarats. I, al final, el llibre té uns annexes que aprofundeixen en deduccions, i d'altres que ens comenten una extensa bibliografia sobre la teoria de la relativitat i les verificacions experimentals més significatives. No podia faltar, en l'era d'Internet, un recull d'adreces de llocs web que tracten del tema. I, com a una mostra més de l'experiència docent dels autors, ens regalen amb un glossari final de termes que van apareixent al llarg del text, marcats amb un asterisc.

Pel que fa al jovent actual, sembla que les contrareformes educatives volen condemnar-los, en un pas enrere imperdonable, a no estar exposats ni a una mínima introducció a la Relativitat Especial, tot i ser "... [el desenvolupament de la relativitat] ...una de les aventures del pensament més excepcionals de la humanitat" (pàg. 231). Afortunadament, comptem amb *Construyendo la Relatividad*, per delectar-nos i obrir les nostres ments.

Faré notar, finalment, que el llibre no imita l'estil del boom constructor actual d'edificis-rusc, del "tot a 100" i del "menjar ràpid" que "permea" la nostra societat. La construcció de l'edifici de la relativitat es fa amb gust, amb tranquil·litat, amb saber fer, sense deixar escletxes ni badalls. No es tracta d'un llibre per a lectures ràpides, i les constants recapitulacions (inclosa la que conclou el text) ajuden el lector a estar constantment orientat, fins i tot si es deixa i es reprèn el llibre amb dies pel mig. De ben segur que lectors de totes les edats, amb formació i interessos ben variats, no es deixaran de sorprendre, de gaudir d'aquesta obra, i de traure'n ensenyaments.

Albert Gras i Martí

agm@ua.es

<http://www.ua.es/dfa/agm>

Departament de Física Aplicada, Universitat d'Alacant