

# EL REpte DE L'ESDEVENIR

## el mètode

Vicent J. Martínez

### DE L'ESPAI NEWTONIÀ A L'ESPAI-TEMPS DE LA RELATIVITAT

S'ha de reconèixer que els **Principia** de Newton van ser una autèntica revolució científica. A partir d'aquest treball la física pren cos com a disciplina moderna.

Els conceptes d'espai i de temps newtonians, i les seues lleis de moviment, seran utilitzats per explicar fenòmens naturals a distintes escales d'observació: des del moviment accelerat dels objectes sobre la Terra fins a la mecànica celest newtoniana, que explica perquè les òrbites dels planetes són el·líptiques. Aquesta primera «unificació» de la física, que ens diu que la física terrestre i la celest és la mateixa cosa, surt de l'actitud constant de Newton de comparar el món real amb els «constructes» o els seus models matemàtics.

Quin és el punt crucial de la física newtoniana? No hi ha dubte que és la Llei de la Gravitació Universal. El concepte de gravitació resoldrà problemes tan enigmàtics per a l'època com el significat físic de les lleis de Kepler per als moviments planetaris, el problema de les mareas o el fet, observat per Galileu, que dos objectes, en caiguda lliure, arriben al mateix temps en terra, independentment de la seua massa.

L'espai, segons el model que proposà Newton, té categoria de substància per mitjà de la qual es mouen els cossos materials i les radiacions. La distància espacial entre dos esdeveniments és un concepte independent de l'instant en què tenen lloc. El temps és absolut i universal i la característica de simultaneïtat pot ser atribuïda a fets, amb independència del lloc on s'escauen. L'espai newtonià és absolut, mètric, de tres dimensions, i verifica la geometria euclidiana. Dins d'aquest espai, Newton té clar el caràcter relatiu dels moviments uniformes, és a dir, els de velocitat constant. Un observador és un sistema a velocitat constant respecte d'un altre que fa el paper de marc de referència; aquest és l'estat natural dels objectes. Però hi ha un altre tipus de moviments, els accelerats, els que experimenten variacions de velocitat o de direcció. O sia, moviments no naturals, amb una causa externa que els provoca, que Newton anomena força. L'electromagnetisme de Maxwell explica la interacció instantània per mitjà del concepte de camp. Una partícula amb càrrega elèctrica actua de forma constant sobre l'espai que l'envolta i hi crea una zona d'influència anomenada camp elèctric. Aquest camp es posa de manifest quan una altra càrrega hi entra dins i experimenta una força d'atracció o repulsió, segons el signe de les càrregues. La in-

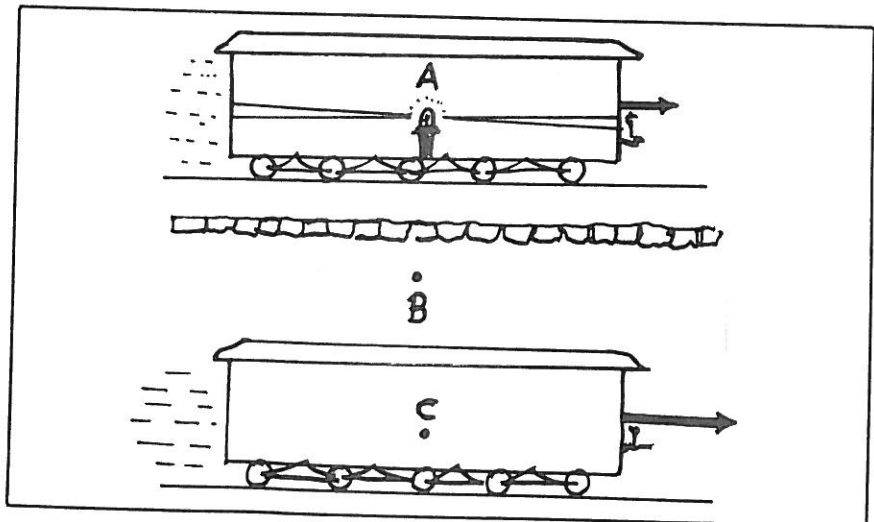
tensitat d'aquest camp és, en cada punt, inversament proporcional a la distància que el separa de la partícula carregada. De l'acció a través del camp se'n diu, per analogia amb la mecànica dels fluids, «flux», i al medi a través del qual es transmet, «èter».

Així mateix, els objectes massics creen un camp gravitatori, i la força de la gravetat es propaga de forma immediata per aquest medi. De l'existència de l'èter, marc de referència absolut i estàtic, no se'n dubtava el segle XIX. Es pensava que la Terra, en el seu moviment entorn del Sol, creava un flux en l'èter, la velocitat del qual tractà de ser mesurada experimentalment pels nord-americans Michelson i Morley el 1887. Aquests van dissenyar un enginyós experiment per mesurar aquesta velocitat basant-se en les argumentacions següents:

servador». Aquest serà el principi bàsic de la Teoria de la Relativitat Espacial.

El fet que la velocitat de la llum siga constant dóna un caràcter relatiu a la simultaneïtat. És a dir, que dos esdeveniments siguin simultanis no és una propietat absoluta d'ells mateixos, sinó que depèn de com són observats.

L'experiment que clàssicament es presenta per explicar aquest fet és el d'un tren que es desplaça a gran velocitat (pròxima a la de la llum) per la via, dins del qual hi ha l'observador A, qui, des del centre del vagó, envia, en el mateix moment, dos senyals lluminosos de curta durada cap a les parets de davant i darrere del vagó. Com que la velocitat de la llum és constant i la distància que han de recórrer els raigs és la mateixa, la llum arribarà al mateix temps als dos llocs. Però si col·loquem un observador



a) Per a un observador situat en la superfície de la Terra, l'èter produeix un flux continu (no pas material, o sia, que no frena el moviment de la Terra).

b) La llum viatja a través de l'èter a una velocitat constant.

Tenint en compte aquestes dues premisses i servint-se de la mecànica newtoniana, cal esperar que hi haja variacions significatives en la velocitat de la llum segons la direcció en què viatja, sia a favor o en contra del corrent de l'èter.

Aquests experiments van demostrar, utilitzant fenòmens d'interferència, que les diferències no existien, i posaren fi a la creença que l'èter existia. A més d'això, però, s'hi va arribar a una conclusió més important, i que Einstein sabé dotar de contingut teòric: «la velocitat de la llum és constant, independentment de la velocitat relativa de l'ob-

servador». Aquest serà el principi bàsic de la Teoria de la Relativitat Espacial. El fet que la velocitat de la llum siga constant dóna un caràcter relatiu a la simultaneïtat. És a dir, que dos esdeveniments siguin simultanis no és una propietat absoluta d'ells mateixos, sinó que depèn de com són observats.

Considerem ara un tercer observador, C, situat a l'interior d'un tren que viatja per una via paral·lela a l'anterior, però a més velocitat. A C li fa l'efecte que el primer tren va en sentit contrari al seu (de dreta a esquerra) i, per tant, la llum arribarà primer a la paret de la dreta. En concloem, doncs, que el fet que dos esdeveniments siguin simultanis no és una propietat absoluta d'ells mateixos, sinó que depèn de la manera exacta com són observats.