

GRANDE ATTESA PER LA DIMOSTRAZIONE DI DOMATTINA DALLA TORRE

In nome di Galileo Galilei

Sarà ripetuto il famoso esperimento che portò alla legge sulla caduta dei gravi

GALILEO Un lancio di sfere

A circa quattro secoli dai primi tentativi di Galileo (probabilmente non dalla Torre, come vuole la tradizione, bensì a Padova) ci s'appresta dunque a replicare uno dei più famosi esperimenti di sempre. Osservando il comportamento di due sfere di ugual volume ma di peso diverso, lasciate cadere dall'alto (oppure, appunto nella versione patavina, fatte scorrere su un piano inclinato), il sommo scienziato avrebbe dedotto la legge sulla caduta dei gravi. Per Galileo, se vogliamo, la dimostrazione in programma domattina alle 10, e per la quale si riapriranno in via eccezionale i battenti del massimo monumento cittadino, costituirà anche l'occasione per tornare alla ribalta della fisica mondiale. Il suo esperimento verrà infatti replicato al termine dell'importante simposio scientifico internazionale iniziato ieri al centro

studi delle Benedettine della Cassa di Risparmio di Pisa, sul «principio di equivalenza nello spazio». Un'iniziativa della nostra università, del «Rutherford Appleton Laboratory» e della «Stanford University», col supporto anche di Esa e Asi (agenzie spaziali europea e italiana) e della Nasa. E a proposito di «principio di equivalenza» — fu Einstein a teorizzare così il concetto di uguaglianza tra massa gravitazionale e massa inerziale —, quello che il professor Vergara Caffarelli, autore dell'articolo qui a fianco, definisce «uno spettacolo che ricostruisce un esperimento realmente avvenuto», permetterà domani di «ufficializzare» la paternità galileiana dell'intuizione, da alcuni attribuita a Newton. In attesa che, all'inizio degli anni Duemila, il satellite «Step» (cui si è lavorato nello stesso ateneo cittadino) dimostri che le sfere di plastica, ebanò e alluminio, che verranno lanciate domattina dal Campanile, «cadono» allo stesso modo anche in assenza di gravità.

Articolo di
**Roberto Vergara
Caffarelli**
(università di Pisa)

A soli 25 anni Galileo ottenne la «cattedra delle matematiche» allo Studio pisano. Risalgono a questo periodo i suoi primi studi sul moto: fu allora che, come racconta Vincenzo Viviani, «con grande sconcerto di tutti i filosofi (...) per mezzo d'esperienze e con salde dimostrazioni e discorsi» mostrò che erano false «moltissime conclusioni dello stesso Aristotele intorno alla materia del moto, sin a quel tempo Aristotele intorno alla materia del moto, sin a quel tempo tenute per chiarissime e indubitabili». Fece vedere infatti che corpi della stessa materia ma di peso differente si muovevano con uguale velocità, «dimostrando ciò con replicate esperienze fatte dall'altezza del campanile di Pisa con l'intervento degli altri lettori e filosofi e di tutta la scolaresca». Per Galileo questa non era una scoperta clamorosa infatti Simon Stevin in un'opera in olandese del 1586 descrive un esperimento in cui due sfere di piombo differenti dieci volte in «dimensione e peso, lasciate cadere allo stesso tempo da poco più di nove metri urtano una tavola di legno allo stesso tempo cosicché si ascolta un colpo unico. Così avviene anche quando si fanno cadere corpi di uguali dimensioni ma di peso specifico molto diverso. Ancora prima di Stevin, Girolamo Borro, che fu a Pisa professore di filosofia dal 1575 al 1586, descrive un esperimento di caduta di gravi nel suo «*De motu gravium et levium*» stampato proprio nel 1575: prese due pezzi, uno di legno ed uno di piombo approssimativamente dello stesso peso, e con uguale impulso e allo stesso tempo li gettò dalla finestra più alta di casa. L'esperimento fu ripetuto più volte e sempre il legno arrivò prima del piombo. Galileo, che ebbe il Borro tra i suoi professori, si preoccupò abbastanza dei risultati di questo esperimento. Lo volle rifare, lasciando cadere da una torre due sfere di ugual volume, una pesante il doppio dell'altra: anch'egli osservò che la più leggera all'inizio precedeva la più pesante. Galileo ne dà una spiegazione basata sulla teoria dell'impeto, troppo complessa perché qui possa essere ricordata. La vera spiegazione l'ha però trovata Thomas Settle recentemente: facendo ripetere da parecchie decine di persone l'esperimento ed



Per ripetere il famoso esperimento di Galileo (qui sopra in un'altrettanto famosa immagine)...

Piani inclinati

sull'orizzonte e

orologi idraulici

Velocità piccole

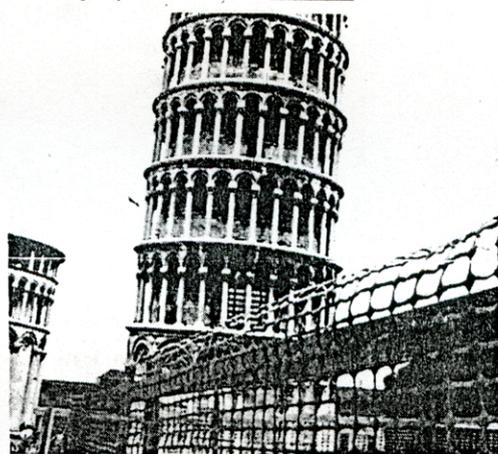
Già nel 1641 si

provò a rifare

la stessa prova

dal Campanile

utilizzando successioni rapide di fotografie ha constatato che la mano che regge il peso più leggero si apre sempre prima di quella che regge il peso più pesante, anche se lo sperimentatore ha tutta l'intenzione di lasciar cadere i due corpi simultaneamente. La prima notizia esplicita di un esperimento di cima al campanile del Duomo di Pisa si trova in una «*Operetta intorno al galleggiare de corpi solidi*» del 1612, di Giorgio Coresio, professore di lingua greca nello Studio Pisano, scritta contro Galileo: per lui ha ragione Aristotele. Una osservazione più seria verrà fatta nel 1641. Vincenzo Renieri, che leggeva le matematiche nello Studio di Pisa, fece cadere due gravi, uno di legno e uno di piombo, della stessa grandezza, dalla cima del campanile del Duomo e trovò che tra la palla di



...anche la Torre riaprirà, in via eccezionale, i suoi battenti

piombo e quella di legno vi erano tre braccia almeno di differenza. Ripeté l'esperimento con due palle di piombo, «una della grandezza eguale a un'ordinaria d'artiglieria e l'altra da moschetto» e la più grande precedette l'altra di un buon palmo. I corpi che cadono dall'altezza della torre arrivano a terra con la velocità di circa 30 metri al secondo (110 Km all'ora) e la differenza di tre braccia (1,75 metri) corrisponde ad un ritardo di 6 centesimi di secondo. Con questa velocità la resistenza dell'aria è molto importante. Galileo sa che il mezzo si oppone con resistenza minore o maggiore, a secondo che lentamente o velocemente si muove il grave fino a ridurre la caduta a un moto uniforme. Per evitare questi effetti Galileo ebbe l'idea geniale

Gli eventi grazie ai quali il pisano anticipò Newton e le sue scoperte

Li ricostruisce un docente di storia della fisica all'ateneo

di servirsi di un piano non molto inclinato sopra l'orizzonte, per avere moti con velocità sufficientemente piccole. Misurando il tempo con l'orologio ad acqua, preciso fino ad un decimo di secondo, Galileo riesce a stabilire con grande esattezza la legge di caduta dei gravi. Ma una prova ancora più evidente che il moto non dipende dal peso Galileo la raggiunge con i pendoli: «ho preso due palle una di piombo ed una di sughero, quella ben più di cento volte più grave di questa e ciascheduna di loro ho attaccata a due sottili spaghetti eguali, lunghi quattro o cinque braccia, legati ad alto; allontanata poi l'una e l'altra palla dallo stato perpendicolare, gli ho dato l'andare nell'istesso momento ed esse (...) reiterando ben cento volte per lor

medesime le andate e le tornate, hanno sensatamente mostrato come la grave va talmente sotto il tempo della leggiera, che né in ben cento vibrazioni né in mille, anticipo il tempo di un minimo momento». Da questo esperimento, mezzo secolo dopo Newton ricaverà la prova che la quantità di materia, la massa, è proporzionale al peso, e quindi può essere misurata con la bilancia. Il cosiddetto principio di equivalenza consiste proprio nella proporzione tra massa e peso, o come diciamo adesso, tra massa inerziale e massa gravitazionale. Molti ritengono che Galileo ha poco a che fare con il principio di equivalenza, perché non ha il concetto di massa, introdotto da Newton nella sua formula: forza massa x accelerazione. Ma Hermann Weyl, uno dei più grandi matematici del secolo, tra i più colti in filosofia della scienza, ha scritto che: «secondo Galileo la stessa massa inerente viene attribuita a due corpi, se nessuno dei due prevale quando essi sono lanciati uno contro l'altro». Weyl non cita alcun testo, ma non è difficile trovare passi nelle opere di Galileo che fanno pensare alla conservazione della quantità di moto e del momento angolare: «pesi assolutamente eguali, mossi con eguali velocità sono di forze e di momenti eguali nel loro operare»; «il momento e la forza di gravità venga accresciuto dalla velocità del moto, sì che pesi assolutamente eguali, ma congiunti con velocità diseguali, sieno di forza, momento e virtù diseguale, e più potente il più veloce, secondo la proporzione della velocità sua alla velocità dell'altro». Assai significativo è anche questa frase: «Generalmente dunque diciamo, il momento del men grave pareggiare il momento del più grave, quando la velocità del minore alla velocità del maggiore abbia l'istessa proporzione che la gravità del maggiore a quella del minore; al quale ogni poco vantaggio si conceda, supera l'equilibrio e si introduce il moto». Infine il riconoscimento più valido viene dallo stesso Newton, che non ha lasciato mai ad altri l'attribuzione delle sue scoperte: «per mezzo delle due prime leggi e dei due primi corollari scopri Galileo che la discesa dei gravi si fa secondo il quadrato dei tempi, e che il moto dei proiettili percorre una parabola, d'accordo con l'esperienza, se non fino a quando quei moti sono ritardati alquanto dalla resistenza dell'aria».