

# ISS: un laboratorio spaziale

di **Roberto Vanzetto**

La Stazione spaziale internazionale è un imponente laboratorio scientifico, per varie discipline. Per quanto riguarda la fisica, gli esperimenti di meccanica condotti dall'Agenzia spaziale europea possono offrire un modo alternativo per introdurre in classe le leggi di Newton.



La ISS, Stazione spaziale dedicata alla ricerca scientifica, misura in lunghezza 100 metri

Certe volte, di notte, la si può vedere brillare nel cielo come se fosse una stella. È la ISS (International Space Station), la Stazione spaziale internazionale, che da novembre 2014 ospita, nel suo equipaggio, anche la prima astronauta italiana a raggiungerla, Samantha Cristoforetti. Ci sono voluti oltre 15 anni di attività per arrivare alle dimensioni attuali di ben 100 metri in lunghezza, che permettono di vederla nel cielo anche a occhio nudo: si tratta del veicolo e laboratorio più grande che l'essere umano abbia

mai costruito nello spazio. La Stazione spaziale internazionale orbita attorno alla Terra a circa 400 km di quota e si muove alla velocità di quasi 28 000 km all'ora, facendo 15 rivoluzioni ogni giorno. È abitata da astronauti provenienti da varie nazioni, che soggiornano insieme nello spazio per lunghi periodi, allo scopo di svolgere esperimenti scientifici. La Stazione spaziale è gestita, in collaborazione, dalle agenzie americana (NASA), russa (RKA), europea (ESA), giapponese (JAXA) e canadese (CSA).

**GLI ESPERIMENTI NELLA ISS**

Samantha Cristoforetti realizzerà numerosi esperimenti per conto dell'Agenzia spaziale europea e di quella italiana (ASI). L'ambiente della Stazione spaziale è ideale per svolgere esperimenti scientifici in condizioni di microgravità, cioè in quasi totale assenza di peso, che sarebbero impossibili da realizzare sulla Terra. I risultati sono molto importanti per varie discipline: fisica, chimica, scienza dei materiali, biologia e medicina. Cristoforetti in particolare si occuperà di esperimenti di biologia e medicina: lei stessa, come gli altri astronauti in orbita, è un "esperimento" vivente, perché rimanere per sei mesi nello spazio comporta effetti importanti sull'organismo umano. Effetti anche negativi, che si vogliono capire meglio per contrastarli in vista di future missioni spaziali di lunga durata. L'umanità, fino a ora, è stata nello spazio vicino, intorno all'orbita terrestre e sulla Luna, con le missioni Apollo degli anni Sessanta e Settanta. Ma nessuna persona è mai andata più lontano. Queste ricerche hanno anche lo scopo di preparare una futura missione umana su Marte.



Samantha Cristoforetti è la prima astronauta donna italiana

**LA GRAVITÀ A 400 KM DI QUOTA**

La forza di gravità, e quindi la conseguente accelerazione di gravità, è generata dalla massa della Terra che attrae gli altri corpi. La forza di gravità si riduce con il quadrato della distanza che c'è tra l'oggetto attratto e il centro della Terra. Il valore dell'accelerazione di gravità  $g$  sulla superficie della Terra è  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Nella Stazione spaziale internazionale questo valore si abbassa, ma non di tanto. Il raggio equatoriale della Terra è di circa 6370 km. Aumentando la distanza di un corpo di altri 400 km si passa a 6770 km, solamente

il 6% in più. Elevando al quadrato questo rapporto tra le due distanze si ottiene, in proporzione, la differenza di accelerazione di gravità, differenza che è soltanto del 13%. Ciò significa che la gravità a 400 km di altezza è il 13% in meno di  $9,8 \text{ m/s}^2$ : il suo valore è quindi di  $8,7 \text{ m/s}^2$ . Questo vuol dire che nello spazio, alla distanza in cui si trova la Stazione spaziale internazionale, la gravità della Terra agisce ancora con una forte accelerazione. Perché allora si parla di "gravità zero"?



L'airbus A300 utilizzato per i voli parabolici di addestramento

**MICROGRAVITÀ, PERCHÉ?**

Il fatto è che questa accelerazione non ha effetti sugli oggetti e sulle persone a bordo della ISS, perché la Stazione spaziale è in caduta libera rispetto alla gravità della Terra.

La ISS percorre la sua traiettoria orbitando intorno alla Terra, il che è equivalente al "cadere continuamente" verso il nostro pianeta: la gravità di  $8,7 \text{ m/s}^2$  è l'accelerazione centripeta necessaria all'orbita circolare.

Si ha così uno stato di microgravità. Il sistema si trova in caduta libera, in orbita circolare: tutto si muove con la stessa accelerazione centripeta (la velocità tangenziale è costante), per cui nulla si muove rispetto al resto e ogni oggetto fluttua nell'aria come se fosse privo di peso.

Sulla Terra si possono riprodurre queste condizioni nei laboratori chiamati "torri di caduta" (oppure a bordo di aerei che effettuano cicli di voli parabolici): in entrambi i casi però le condizioni di caduta libera durano pochi secondi.

**FISICA NEL "LABORATORIO SPAZIALE"**

Nella Stazione spaziale la microgravità è una situazione continua nel tempo e gli esperimenti che possono essere realizzati sono quindi molto più utili. La ISS è un vero e proprio laboratorio spaziale, o meglio un insieme di laboratori: Columbus è il modulo per il laboratorio dell'ESA, Destiny quello della Nasa, Kibo quello di JAXA: finora vi sono stati condotti centinaia di esperimenti, e molti altri verranno realizzati nei prossimi anni.

Alcuni esperimenti di semplice meccanica sono molto interessanti per chiarire anche le leggi della fisica che si studiano a scuola, in particolare le tre leggi della meccanica.

**MISSIONE "NEWTON NELLO SPAZIO"**

L'Agenzia spaziale europea ha realizzato un video di 17 minuti (disponibile in alta risoluzione in varie lingue, tra cui l'italiano) dedicato alla meccanica newtoniana per i ragazzi delle scuole medie e superiori. All'interno della sezione "education" dell'ESA si trova infatti la missione denominata *Newton nello spazio*: [link.pearson.it/7274D412](http://link.pearson.it/7274D412).

Il video, girato durante la Missione Cervantes del 2003, mostra come semplici esperimenti eseguiti nello spazio permettano di vedere all'opera le tre leggi del moto di Newton. Per il CLIL si può approfittare del filmato in lingue diverse dall'italiano, mentre il link diretto al filmato in lingua italiana è il seguente: [link.pearson.it/EB7D85A8](http://link.pearson.it/EB7D85A8).

Ma perché ha senso andare sulla ISS a fare semplici esperimenti di meccanica newtoniana?

Il motivo è che qui sulla Terra le tre leggi di Newton – e soprattutto la prima – non si manifestano sempre chiaramente.

**L'ISS E LA PRIMA LEGGE DI NEWTON**

La prima legge di Newton, ovvero il principio d'inerzia, afferma che ogni oggetto non sottoposto a forze (oppure soggetto a forze che sono in equilibrio tra di loro) mantiene una posizione di quiete oppure si muove di moto rettilineo uniforme. Sulla Terra è difficile vedere un oggetto che rimane in moto rettilineo uniforme dopo aver ricevuto una piccola spinta, perché c'è la gravità che lo attrae verso il basso e c'è ovunque l'attrito che lo ferma o ne impedisce il moto.

Nella ISS invece questi movimenti rettilinei sono la realtà di tutti i giorni.

Un esperimento mostra un astronauta che soffia su una pallina, che si trova inizialmente a mezz'aria: la pallina si mette in moto e continua a muoversi senza rallentare, finché non viene fermata.

Come visualizzare l'inerzia a scuola? L'ESA propone vari esperimenti da fare sulla Terra, per esempio poggiare una mela su uno skateboard poi spingerlo contro un ostacolo: si vedrà che esso rimbalza indietro, mentre la mela continua (per inerzia) il suo movimento in avanti. Anche l'acqua in un bicchiere tenuto in mano da una pattinatrice mostra lo stesso effetto: se la pattinatrice si ferma bruscamente, l'acqua esce dal bicchiere. Per vedere come il principio d'inerzia comporti anche il permanere dello stato di quiete, si può salire con i pattini a rotelle (per ridurre al minimo l'attrito) su un tavolo dotato anch'esso di ruote: spostando il tavolo in un verso, la persona con i pattini rimarrà in quiete e, rispetto al tavolo, si muoverà nel verso opposto.

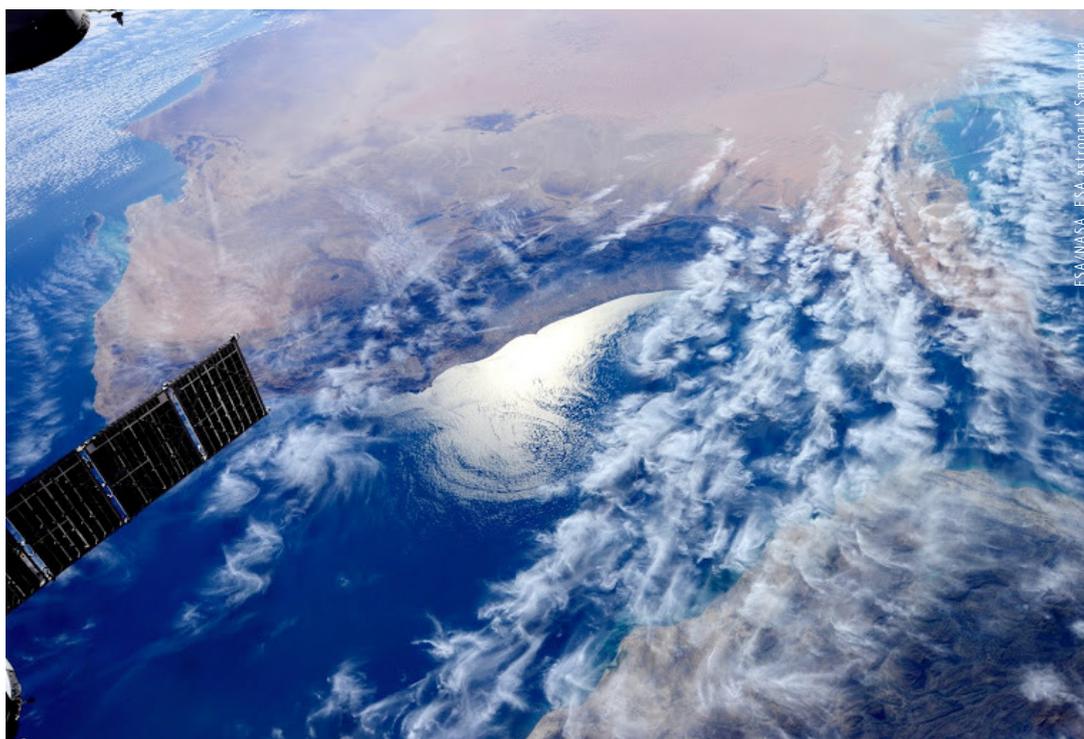


L'astronauta Pedro Duque spiega il secondo principio della dinamica a bordo della ISS

**L'ISS E LA SECONDA LEGGE DI NEWTON**

La seconda legge di Newton,  $F = ma$ , afferma che una forza applicata a un oggetto ne determina un'accelerazione inversamente proporzionale alla sua massa. Nella ISS la visualizzazione di questa legge è immediata: l'astronauta soffia contemporaneamente su tre palline fatte di materiali diversi (plastica, legno e ottone) e queste acquistano accelerazioni molto diverse.

Sulla Terra si può provare a ripetere questo esperimento ponendo tre palline su un ripiano liscio e soffiando con una cannuccia: si vedrà la pallina di ottone procedere molto più lentamente di quella di legno, e quella di legno procedere più lentamente di quella da ping pong.



ESA/NASA. ESA astronaut Samantha

La vista del nostro pianeta da centinaia di km di distanza è uno spettacolo meraviglioso. Dal mese di novembre 2014 possiamo emozionarci anche osservando le splendide fotografie inviate a Terra da Samantha Cristoforetti

#### L'ISS E LA TERZA LEGGE DI NEWTON

La terza legge di Newton afferma che ad ogni azione corrisponde una reazione uguale e contraria: sulla ISS se ne sperimentano gli effetti in ogni momento. Gli astronauti infatti fluttuano nell'aria, in assenza di gravità e di attrito, e ogni volta che prendono in mano un oggetto o spingono qualcosa, ricevono una spinta nel verso opposto. Certo, questo succede continuamente anche sulla Terra: è il motivo per cui camminiamo. Con i piedi spingiamo sul terreno all'indietro e riceviamo una spinta in avanti per muoverci. Ma grazie alla gravità e all'attrito con il terreno possiamo anche spingere o prendere qualcosa rimanendo fermi. Sulla ISS invece non è possibile prendere cose o dare spinte rimanendo immobili: si viene spinti con la stessa forza dalla parte opposta. Sulla Terra possiamo sperimentare questo effetto con i pattini: se un pattinatore spinge un altro pattinatore, si sentirà a sua volta spinto all'indietro con la stessa forza. Le accelerazioni in gioco dipenderanno dalle masse. La persona con meno massa guadagnerà una velocità maggiore.

#### MISSIONE "MATERIA NELLO SPAZIO"

Un'altra "missione educativa" dell'ESA è quella dedicata allo studio della materia ([link.pearson.it/9C7AB53E](http://link.pearson.it/9C7AB53E)). Alcuni semplici esperimenti sono stati filmati durante la Missione Eneide nel 2005 con l'astronauta italiano Roberto Vittori e il russo Sergei Krikalëv. Il link al filmato in lingua italiana, della durata di circa 24 minuti, è il seguente: [link.pearson.it/21E209D](http://link.pearson.it/21E209D). La maggior parte degli esperimenti è stata fatta sulla Terra, da studenti di varie nazioni. Sulla ISS è interessante vedere la crescita dei cristalli in assenza di gravità: non essendoci una direzione preferenziale verso il basso, questi si dispongono con strutture tridimensionali più complesse. E ancora: anche sulla ISS l'olio non si mescola all'acqua, ma non si dispone in superficie galleggiando. Non essendoci gravità, non c'è nemmeno la spinta di Archimede. ●

#### Roberto Vanzetto

fisico e dottore di ricerca in scienze e tecnologie spaziali, è docente di matematica e scienze.

