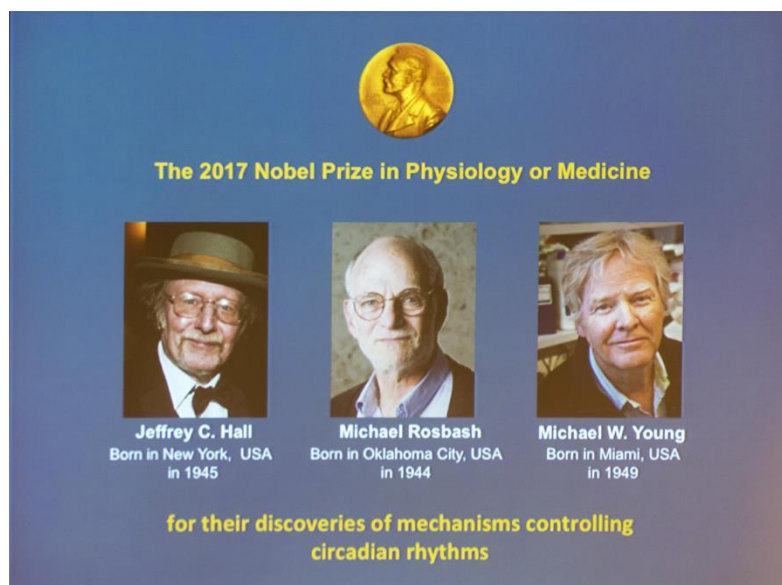


LA NOTTE, IL GIORNO E LA FORZA DI CORIOLIS

L'alternarsi del giorno e della notte regola la vita sulla Terra. Tutti gli esseri viventi sincronizzano le proprie attività sulla base di un ritmo scandito dalla luce del Sole. Che esista negli organismi una sorta di orologio biologico è noto da anni, ma la prova genetica è recente, dovuta a tre scienziati, Jeffrey Hall dell'Università del Maine, Michael Rosbash dell'Università Brandeis di Waltham in Massachusetts e Michael Young della Rockefeller University di New York, che nel 2017 hanno vinto il Premio Nobel per la Medicina.



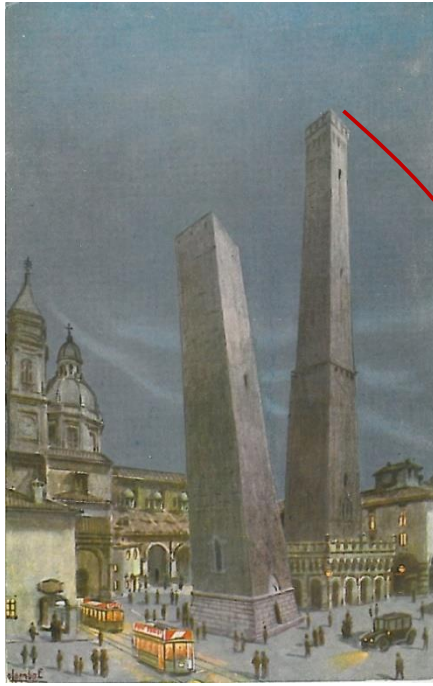
Hanno scoperto il meccanismo su cui si basa il ritmo circadiano (dal latino *circa diem*, ossia intorno al giorno) che è il succedersi quotidiano di variazioni biologiche e ormonali che si ripetono in sincronia con l'alternarsi del giorno e della notte. I tre scienziati hanno individuato un gene che codifica una proteina, chiamata PER, che si accumula nelle cellule durante la notte e che viene degradata durante il giorno.

Ad esempio la produzione di melatonina da parte dell'epifisi, una ghiandola endocrina nel cervello, inizia quando alla retina non arriva più luce, sale in piena notte alla massima concentrazione e torna a diminuire alle prime luci del giorno. Si ritiene che

il jet lag, cioè il disturbo provocato dal cambiamento di fuso orario, possa essere collegato ad una difficoltà dell'organismo di ripristinare il corretto rilascio di melatonina.

I tre scienziati hanno anche dimostrato che l'alternarsi di giorno e notte non è necessariamente causa del ritmo circadiano; infatti esso, in alcuni casi, è presente a prescindere dall'esistenza o meno di luce. Ad esempio le foglie della mimosa si aprono la mattina e si chiudono verso sera, più o meno alla stessa ora, ma ciò avviene sia in presenza che in assenza di luce. Poiché il meccanismo scoperto è risultato comune sia a tutti gli animali che alle piante, è come se tutta la vita si fosse sincronizzata sulla rotazione della Terra.

È la rotazione della Terra attorno al suo asse che determina il giorno e la notte. Nonostante già i pitagorici avessero ipotizzato che la Terra ruotasse, la prima prova sperimentale della rotazione terrestre è della fine del XVII secolo, ideata dal bolognese Giovanni Battista Guglielmini che in seguito a ripetuti lanci di oggetti dalla torre degli Asinelli, constatò che la traiettoria di caduta non era rettilinea, ma parabolica, attribuendo il risultato alla composizione di due movimenti, uno verticale dell'oggetto lanciato verso il basso, e uno orizzontale dovuto appunto alla rotazione della Terra.



L'esperimento più famoso per attestare la rotazione terrestre è tuttavia quello eseguito da Jean Bernard Léon Foucault, con un pendolo sospeso alla cupola del Pantheon a Parigi, nel 1851, del quale troviamo riproduzioni in numerosi musei e università.

È quindi appurato che la Terra ruoti. Di più si può dire che ruota in senso antiorario e che la velocità di rotazione è di circa 1670 km/h. Ma che cosa determina la rotazione della Terra?

Il sistema solare si formò in seguito alla concentrazione di una nube primordiale di detriti e gas, presumibilmente in rotazione in una sorta di movimento vorticoso causato dalle masse che a poco a poco si univano. Rimanendo costante il momento angolare iniziale e diminuendo le distanze reciproche tra i pianeti, aumentò la loro velocità. È più o meno la stessa cosa che accade quando una pattinatrice piroetta sul ghiaccio raccogliendo la gamba vicino al corpo: ruota più rapidamente. I pianeti iniziarono a ruotare attorno al Sole e anche attorno ad un proprio asse di rotazione e hanno mantenuto il loro movimento, ruotando tutti in senso antiorario, tranne Venere ed Urano, per cause ancora non del tutto chiare.

La letteratura è ricca di composizioni suggestive sulla notte e il giorno. Ne trascrivo alcune, prima di tornare ad aspetti più tecnici.

Nazim Hikmet, da *Angina Pectoris*

*Guardo la notte attraverso le sbarre
e malgrado tutti questi muri
che mi pesano sul petto
il mio cuore batte con la stella più lontana.*

Pablo Neruda, *Posso scrivere i versi*

Posso scrivere i versi più tristi questa notte.

*Scrivere, ad esempio: «La notte è stellata,
e tremolano, azzurri, gli astri, in lontananza».*

Il vento della notte gira nel cielo e canta.

*Posso scrivere i versi più tristi questa notte.
Io l'amai, e a volte anche lei mi amò.*

*Nelle notti come questa la tenni tra le mie braccia.
La baciai tante volte sotto il cielo infinito.*

*Lei mi amò, a volte anch'io l'amavo.
Come non amare i suoi grandi occhi fissi.*

*Posso scrivere i versi più tristi questa notte.
Pensare che non l'ho. Dolermi d'averla perduta.*

*Udire la notte immensa, più immensa senza lei.
E il vento cade sull'anima come sull'erba la rugiada.*

*Poco importa che il mio amore non potesse conservarla.
La notte è stellata e lei non è con me.*

*È tutto. In lontananza qualcuno canta. In lontananza.
La mia anima non si accontenta di averla perduta.*

*Come per avvicinarla, il mio sguardo la cerca.
Il mio cuore la cerca, e lei non è con me.*

*La stessa notte che fa biancheggiare gli stessi alberi.
Noi, quelli di allora, più non siamo gli stessi.*

*Più non l'amo, è certo, ma quanto l'amai.
La mia voce cercava il vento per toccare il suo udito.*

*D'altro. Sarà d'altro. Come prima dei miei baci.
La sua voce, il suo corpo chiaro. I suoi occhi infiniti.*

*Più non l'amo, certo, ma forse l'amo.
È così breve l'amore, ed è sì lungo l'oblio.*

*Perché in notti come questa la tenni tra le mie braccia,
la mia anima non si rassegna di averla perduta.*

*Benché questo sia l'ultimo dolore che lei mi causa,
e questi siano gli ultimi versi che io le scrivo.*

Francesco Petrarca, Canzoniere, 50

- Ne la stagion che 'l ciel rapido inchina
verso occidente, et che 'l dí nostro vola
a gente che di là forse l'aspetta,
veggendosi in lontan paese sola,
5 la stanca vecchiarella pellegrina
raddoppia i passi, et piú et piú s'affretta;
et poi cosí soletta
al fin di sua giornata
talora è consolata
10 d'alcun breve riposo, ov'ella oblia
la noia e 'l mal de la passata via.
Ma, lasso, ogni dolor che 'l dí m'adduce
cresce qualor s'invia
per partirsi da noi l'eterna luce.
- 15 Come 'l sol volge le 'nfiammate rote
per dar luogo a la notte, onde discende
dagli altissimi monti maggior l'ombra,
l'avaro zappador l'arme riprende,
et con parole et con alpestri note
20 ogni gravezza del suo petto sgombra;
et poi la mensa ingombra
di povere vivande,
simili a quelle ghiande,
le qua' fuggendo tutto 'l mondo honora.
25 Ma chi vuol si rallegri ad ora ad ora,
ch'í' pur non ebbi anchor, non dirò lieta,
ma riposata un'hora,
né per volger di ciel né di pianeta.

Quando vede 'l pastor calare i raggi
30 del gran pianeta al nido ov'egli alberga,
e 'nbrunir le contrade d'oriente,
drizzasi in piedi, et co l'usata verga,
lassando l'erba et le fontane e i faggi,
move la schiera sua soavemente;
35 poi lontan da la gente
o casetta o spelunca
di verdi frondi ingiuncha:
ivi senza pensier' s'adagia et dorme.
Ahi crudo Amor, ma tu allor piú mi 'nforme
a seguir d'una fera che mi strugge,
40 la voce e i passi et l'orme,
et lei non stringi che s'appiatta et fugge.

E i naviganti in qualche chiusa valle
gettan le membra, poi che 'l sol s'asconde,
45 sul duro legno, et sotto a l'aspre gonne.
Ma io, perché s'attuffi in mezzo l'onde,
et lasci Hispagna dietro a le sue spalle,
et Granata et Marroccho et le Colonne,
et gli uomini et le donne
50 e 'l mondo et gli animali
aquetino i lor mali,
fine non pongo al mio obstinato affanno;
et duolmi ch'ogni giorno arroge al danno,
ch'í' son già pur crescendo in questa voglia
ben presso al decim'anno,
55 né poss'indovinar chi me ne scioglia.

Et perché un poco nel parlar mi sfogo,
 veggio la sera i buoi tornare sciolti
 da le campagne et da' solcati colli:
 60 i miei sospiri a me perché non tolti
 quando che sia? perché no 'l grave giogo?
 perché dí et notte gli occhi miei son molli?
 Misero me, che volli
 quando primier sí fiso
 65 gli tenni nel bel viso
 per iscolpirlo imaginando in parte
 onde mai né per forza né per arte
 mosso sarà, fin ch'í' sia dato in preda
 a chi tutto diparte!
 70 Né so ben ancho che di lei mi creda.

Canzon, se l'esser meco
 dal matino a la sera
 t'à fatto di mia schiera,
 tu non vorrai mostrarti in ciascun loco;
 75 et d'altrui loda curerai sí poco,
 ch'assai ti fia pensar di poggio in poggio
 come m'à concio 'l foco
 di questa viva petra, ov'io m'appoggio.

Giacomo Leopardi, XXIII – Canto notturno di un pastore errante dell'Asia

Che fai tu, luna, in ciel? dimmi, che fai,
 Silenziosa luna?
 Sorgi la sera, e vai,
 Contemplando i deserti; indi ti posi.
 Ancor non sei tu paga
 Di riandare i sempiterni calli?
 Ancor non prendi a schivo, ancor sei vaga
 Di mirar queste valli?
 Somiglia alla tua vita
 La vita del pastore.
 Sorge in sul primo albore
 Move la greggia oltre pel campo, e vede
 Greggi, fontane ed erbe;
 Poi stanco si riposa in su la sera:
 Altro mai non ispera.
 Dimmi, o luna: a che vale
 Al pastor la sua vita,
 La vostra vita a voi? dimmi: ove tende
 Questo vagar mio breve,
 Il tuo corso immortale?

William Shakespeare, Sogno di una notte di mezza estate

LISANDRO Elena, a te possiamo rivelare quello che abbiamo progettato insieme. Domani notte, appena giunta l'ora che Febe specchierà l'argenteo volto nell'acque e spanderà liquide perle sopra gli steli dell'erba dei prati (l'ora adatta alla fuga degli amanti), noi varcheremo, come abbiám deciso, furtivamente le porte di Atene...

ERMIA ... e in quel boschetto dove tante volte ci siam sedute insieme, tu ed io, su molli e languidi letti di primule a versarci nel petto, una dell'altra, i più dolci segreti, c'incontreremo il mio Lisandro ed io, e volgerem per sempre là da Atene la vista, per cercare in altri luoghi nuovi amici ed ignote compagnie. Perciò, Elena, addio, dolce compagna dell'età mia tenera.

.....

ELENA La tua stessa onestà m'è garanzia: non è più notte, se vedo il tuo volto, perciò non mi par più d'essere al buio; né questo bosco mi pare un deserto: se ci sei tu con me, c'è tutto il mondo. Perché sentirmi sola, se a proteggermi ho tutto intero il mondo?

.....

PUCK Mio fatato signore, tutto questo dev'esser compiuto ben in fretta, perché i veloci draghi della notte già squarciano le nuvole, e laggiù splende l'araldo del giorno al cui levar gli spiriti vaganti tornano in massa ai loro cimiteri, e quelli morti in disgrazia di Dio ch'ebbero sepoltura nei quadrivi o giù nel fondo dei marini abissi son già tornati ai lor letti di vermi, perché temendo che il chiaror del giorno abbia a svelare le loro vergogne, bramosamente fuggono la

luce costretti ad essere consorti eterni della Notte dal tenebroso ciglio.

OBERON Noi siamo spiriti d'altra natura ed anzi io spesso mi son deliziato a vagheggiare l'amore d'Aurora; e posso andar di notte per i boschi, liberamente, come un guardacaccia fino a quando le porte dell'Oriente rosse di fuoco, aprendosi a Nettuno, non trasformino in oro sfolgorante col divino splendor dei loro raggi la distesa del suo salmastro azzurro. Ma su, svelta! Non perdiamo tempo! Possiamo compiere l'operazione prima che spunti la luce del giorno.

Virginia Woolf, *Notte e giorno*

Era una domenica pomeriggio d'ottobre e come molte altre giovani signore della sua classe sociale Katharine Hilbery stava servendo il tè. Questo compito impegnava forse un quinto della sua intelligenza, mentre con la parte rimanente aveva già superato il breve spazio di tempo che separava il lunedì mattina da quel momento alquanto scialbo e col pensiero girava intorno alle cose che normalmente si fanno volentieri alla luce del giorno. Ma anche se rimaneva silenziosa, era chiaramente padrona di una situazione ben conosciuta e propensa a lasciar che essa seguisse per la seicentesima volta il solito corso, senza impegnare nessuna delle sue facoltà mentali inattive. Bastava un'occhiata per capire che Mrs. Hilbery disponeva di tutte le doti necessarie a rendere ben riusciti i ricevimenti di persone distinte un po' avanti con l'età e che non le serviva l'aiuto della figlia, purché questa la sollevasse della noiosa mansione delle tazze e delle tartine.

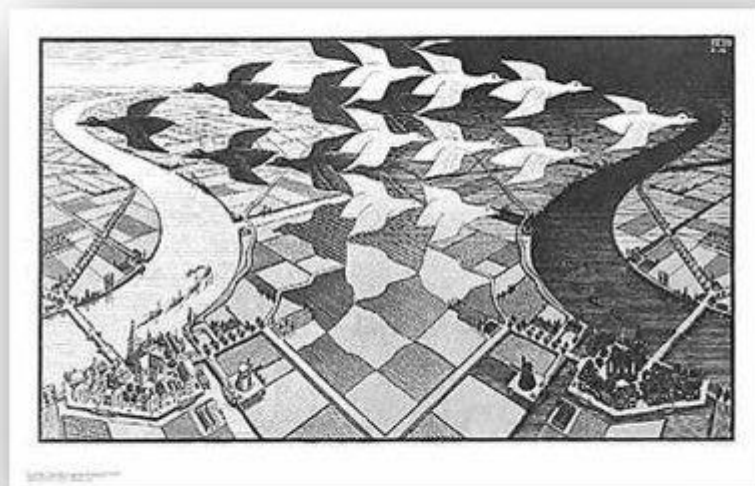
Il tema della notte e del giorno ha suggestionato anche la mente di molti artisti, tra i quali non si può fare a meno di citare Van Gogh, Escher e Michelangelo.



Van Gogh, Notte stellata



Van Gogh, I girasoli



Escher, Giorno e notte

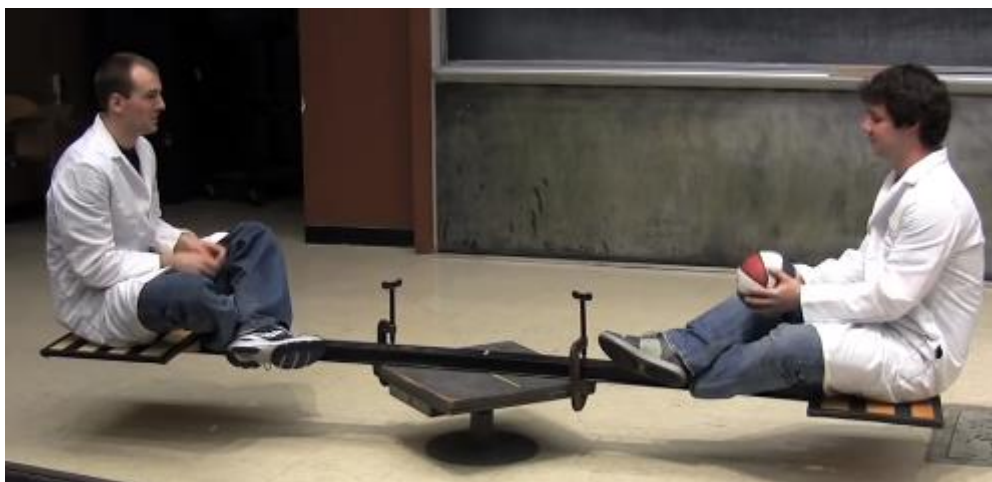


Michelangelo Buonarroti, *Parti della Giornata*, Giorno e Notte, sarcofago della tomba di Giuliano de' Medici, figlio di Lorenzo. Sagrestia Nuova, San Lorenzo, Firenze

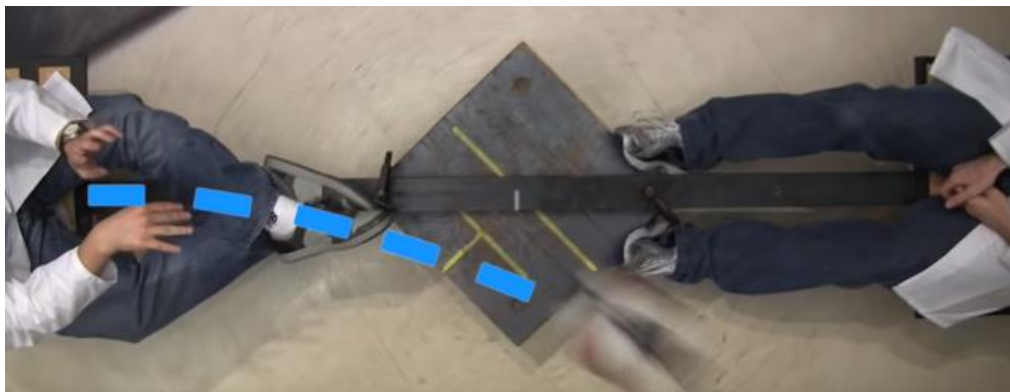
Chiusa la parentesi artistica, torniamo a contenuti scientifici e curiosi, iniziando con questa domanda: i signori sulla giostra dell'immagine che segue si lanciano una palla. Cambia qualcosa se la piattaforma è ferma oppure se ruota?



Se la piattaforma è ferma è ovvio che la palla, se ben lanciata dal signore sulla sinistra, verrà ricevuta dal signore a destra.



Sarà la stessa cosa se la giostra inizia a ruotare?

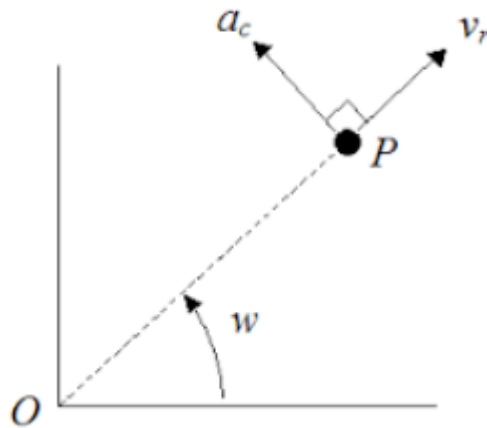


A quanto pare no, se la piattaforma ruota, la palla non si muove più in modo rettilineo, ma subisce una deflessione.

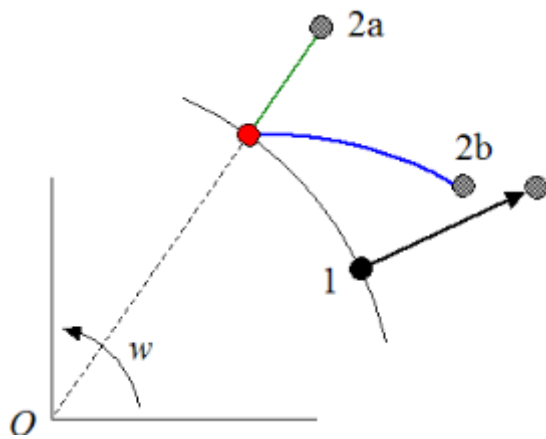
La spiegazione di questo fenomeno risiede nella forza di Coriolis, una forza apparente che agisce sui corpi che si muovono in un sistema di riferimento non inerziale, cioè nel quale non vale il principio di inerzia, ad esempio un sistema che ruoti, come la Terra.

La forza di Coriolis prende il nome dal matematico e fisico francese Gustave de Coriolis che nel 1800 espresse il legame tra l'accelerazione in un riferimento assoluto e quella in un riferimento in moto rispetto a quello assoluto:

$$\mathbf{a}_P^{(Cor)} = 2\boldsymbol{\omega}^{(tr)} \wedge \mathbf{v}_P^{(rel)}$$



In questa formula ω è la velocità angolare di rotazione del sistema di riferimento, v la velocità relativa e il prodotto è un prodotto vettoriale. La forza di Coriolis è dunque perpendicolare alla direzione del moto, orientata verso destra nell'emisfero settentrionale e verso sinistra in quello meridionale. Proprio a causa della perpendicolarità al vettore velocità, l'accelerazione di Coriolis non incrementa il valore della velocità, ma comporta una variazione nella traiettoria del moto.



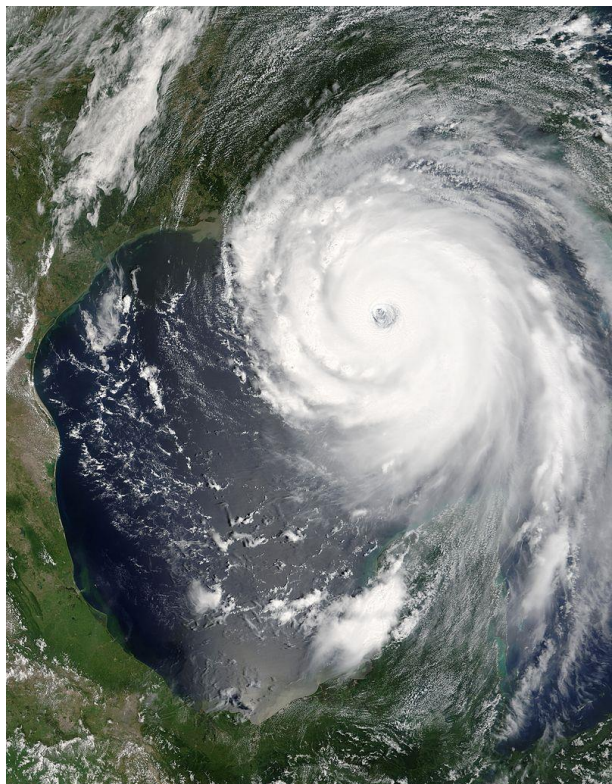
L'accelerazione di Coriolis è direttamente proporzionale al modulo della velocità, per cui il suo effetto è più significativo quando la velocità è maggiore.

Ha una fondamentale importanza nella formazione di venti e cicloni, che nell'emisfero settentrionale tendono a ruotare in senso antiorario e in quello meridionale in senso orario.



È però troppo debole per avere effetti visibili sugli scarichi dei lavandini, quindi la rotazione dell'acqua nei nostri apparecchi igienico sanitari domestici non dipende

dalla forza di Coriolis, ma solo dalla forma della vasca. I filmati sul web che riproducono esperimenti improvvisati nei due emisferi sono realizzati con trucchi che influenzano la rotazione dei fluidi in un verso o nel verso opposto. Per poter avere influssi significativi, la velocità deve essere abbastanza elevata, come nel caso del lancio di un proiettile, o il fenomeno deve svolgersi in un arco temporale abbastanza lungo, come nel movimento di venti o fiumi.



Uragano Katrina, Stati Uniti

Per questo motivo il giornalista e scrittore Claudio Magris ha scritto una cosa non vera nel romanzo *Alla cieca*, del 2005. Il brano è stato anche pubblicato sul Corriere della Sera:

"Non so bene cosa voglia dire contraddizione, ma certo si cade, questo è indubbio. E si sparisce, trucioli risucchiati da vortici d'acqua nello scolatoio - qui nell' emisfero australe l'acqua della vasca da bagno gira intorno al buco in senso antiorario, da noi lassù invece all' inverso, in senso orario. È una legge fisica, ho letto, le chiamano le forze di Coriolis - mirabili simmetrie della Natura, quadriglia in cui una coppia avanza mentre l'altra indietreggia, entrambe s'inclinano quando è il loro turno e il ballo non perde il ritmo".

Ne *Il pendolo di Foucault*, Umberto Eco resta nel dubbio:

Amparo mi diceva che nel loro emisfero, quando l'acqua viene risucchiata dallo scolo del lavabo, il mulinello va da destra a sinistra, mentre da noi va al contrario – o viceversa. Non ho potuto verificare se fosse vero. Non solo perché nel nostro emisfero nessuno ha mai guardato da che parte vada l'acqua, ma anche perché dopo vari esperimenti in Brasile mi ero accorto che è molto difficile capirlo. Il risucchio è troppo rapido per poterlo seguire, e probabilmente la sua direzione dipende dalla forza e dall'inclinazione del getto, dalla forma del lavabo o della vasca. E poi, se fosse vero, che cosa accadrebbe all'equatore? Forse l'acqua colerebbe a picco, senza mulinello, o non colerebbe affatto?

Invece Bart Simpson nell'episodio “Bart contro l’Australia” non viene convinto dalla sorellina Lisa di una rotazione differente di deflusso dell’acqua del water a seconda dell’emisfero e telefona in Australia per chiedere una ulteriore conferma, che gli arriva, per le proprie convinzioni.



Del resto ce lo potevamo aspettare che i Simpson non avrebbero sbagliato... molti autori del celebre cartone animato sono laureati in matematica o in fisica!

Anna Maria Gennai

Sono stati consultati:

<https://libreriamo.it/arte/le-10-opere-piu-celebri-di-vincent-van-gogh/>

[https://it.wikipedia.org/wiki/Giorno_\(Michelangelo\)#/media/File:Sagrestia_nuova,_giorno.jpg](https://it.wikipedia.org/wiki/Giorno_(Michelangelo)#/media/File:Sagrestia_nuova,_giorno.jpg)

<https://www.real-world-physics-problems.com/coriolis-force.html>

<https://www.gravita-zero.org/2010/07/claudio-magris-e-la-leggenda-della.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=qttXpFcuFh4>

<https://www.lastampa.it/2013/02/18/scienza/la-terra-gira-parola-di-tadini-BidQvAB0dv0UdUUEtltfLO/pagina.html>

https://www.youtube.com/watch?v=dt_XJp77-mk

<https://geosci.uchicago.edu/~nnn/LAB/DEMOS/coriolis.html>

http://www.rivistazetesis.it/notturmo/italia_ed_europa.htm

<http://www.sanita24.ilsole24ore.com/art/medicina-e-ricerca/2017-10-02/scoprirono-l-orologio-biologico-nobel-la-medicina-jeffrey-c-hall-michael-rosbash-and-michael-w-young-115607.php?uuid=AEIpxBdC>

<https://www.meteoindiretta.it/giornale-meteo/20442/la-forza->

<https://www.youtube.com/watch?v=wbMUB7usKPQ>

<http://www.fjcollazo.com/documents/CoriolisEnvRpt.htm>

<https://docplayer.it/66832589-Umberto-eco-il-pendolo-di-foucault-bompiani-1988-gruppo-bompiani-via-mecenate-milano-i-edizione-bompiani-ottobre-1988.html>

https://en.wikipedia.org/wiki/Hurricane_Katrina#/media/File:Hurricane_Katrina_August_28_2005_NASA.jpg

