



Leyendas urbanas en la ciencia

- Verdades y mentiras de la fuerza Coriolis -

por Josep Emili Arias

cel_ras@hotmail.com

Un mito muy curioso y arraigado en la vox populi (incluso divulgado en medios supuestamente «serios», entre ellos, la Wikipedia de Internet) es el conocido como la inversión del giro en la vorticidad (remolino) de los desagües según el hemisferio terrestre. Tal barrabasada estuvo infundada en la incorrecta extrapolación, por analogía, del sentido de rotación que adopta, según hemisferios (Norte ó Sur), la rotación de la vorticidad de huracanes ostensiblemente inferida por el efecto Coriolis.

«La fuerza de Coriolis infiere en la vorticidad de nuestros desagües en la misma magnitud con que repercute la distorsión perihelial de Mercurio sobre nuestras margaritas. Es decir, en nada». (El autor)

«Nuestra sociedad está insaciable de asombro y de sensacionalismo, rehúsa la razón y la más mínima voluntad de constatación».

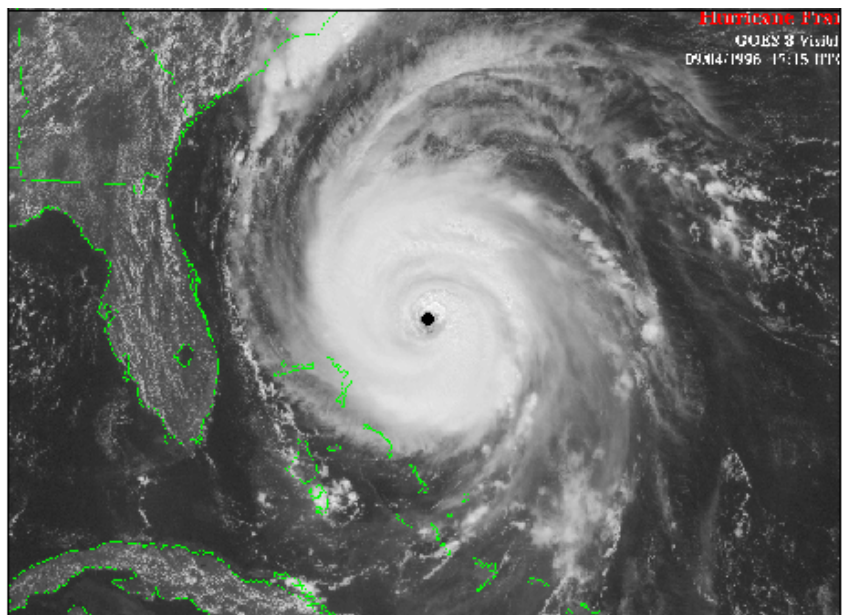
Carl Sagan (1934-1996), astrofísico y gurú de la divulgación.

Nuestra civilización tiene una acusada predisposición a crear nuevos mitos y leyendas, aunque los lerdos son siempre los mismos.

Los mitos que más persisten, como «verdades científicas», en la mente de la gente son los asociados al plenilunio. Esta creencia popular

como que la Luna llena dispara la tasa de partos e induce a una mayor proliferación de delitos y homicidios, así como que conlleva estados de disfunción neurológica (crisis de ansiedad y suicidio), son meras conjeturas que no aguantan la más mínima constatación empírica. Pues

tan sólo nos basta el cotejar la estadística de partos en las Maternidades y el registro criminal de cualquier comisaría para, así, poder constatar que los picos estadísticos de estos sucesos no sostienen ninguna correlación con el ciclo lunar. Aquí, la influencia gravitatoria lunar es nula



Huracán Fran (1996), Costa de Florida. Todos los ciclones y borrascas del hemisferio Norte adoptan un sentido de giro antihorario. Estos episodios de <arremolinado> ciclónico (huracanes) fueron incorrectamente extrapolados, como analogía, en un intento muy pifiado por explicar la dinámica rotatoria en los vórtices de desagüe, acogiéndose al mismo efecto de Coriolis.
- Ilustración 1-

y no propicia ningún «rompimiento de aguas» en los partos. Como tampoco la psiquiatría forense reconoce alteraciones hormonales, psicósomáticas, ni de trastornos en la agresividad por efecto del influjo lunar. El plenilunio no marca ninguna tendencia en la conducta agresiva ni delictiva. No existe ningún delincuente criminal al que se le haya eximido un solo día de cárcel por una supuesta inducción lunar a cometer el delito.

Otro mito muy curioso y arraigado en la *vox populi* (incluso divulgado en medios supuestamente «serios», entre ellos, la Wikipedia de Internet) es el conocido como la inversión del giro en la vorticidad (remolino) de los desagües según el hemisferio terrestre. Tal barrabasada estuvo infundada en la incorrecta extrapolación, por analogía, del sentido de rotación que adopta, según hemisferios (Norte ó Sur), la rotación de la vorticidad de huracanes ostensiblemente inferida por el efecto Coriolis (ilustración 1)

Fuerza de Coriolis, una aceleración complementaria

La aceleración o fuerza de Coriolis no es ninguna fuerza real en sí (pues no se obtiene trabajo) sino, más bien, es la consecuencia o efecto secundario que sufre cualquier objeto que presenta movimiento dentro de un sistema en rotación. Esta aparente aceleración fue descrita en 1835 por el ingeniero francés Gustavo Coriolis al publicar su trabajo *Sur les équations du mouvement relatif des systèmes de corps*, donde

afirmaba que las leyes clásicas del movimiento sólo podían aplicarse sobre un sistema en rotación si se las corregía agregándolas una fuerza vectorial extra. Este matemático e ingeniero militar expresó que todo sistema en rotación (ya sea la Tierra o la plataforma de un carrusel) ejerce en cualquier objeto que se desplazase sobre él una fuerza perpendicular (como una aceleración sobreañadida) a la dirección de su movimiento, dando lugar a una trayectoria desviada o curvada. Por tanto, esta aceleración de Coriolis es la causante de la desviación lateral que se imprime en toda trayectoria de cualquier objeto que se desplace en movimiento paralelo sobre un sistema rotatorio. En la Tierra el efecto Coriolis actúa directamente sobre los macro ciclos geofísicos, tanto atmosféricos (formación de depresiones ciclónicas y anticiclónicas) como en la circulación de las corrientes oceánicas, y que son manifestaciones ineludibles del efecto «colateral» de la rotación terrestre.

El efecto Coriolis sí se imprime en la oscilación pendular de Foucault

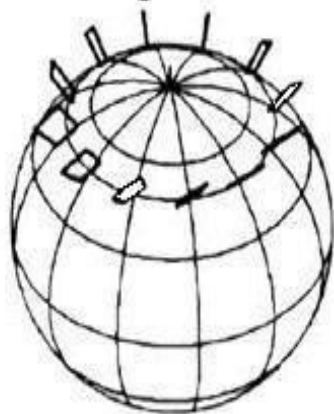
Unos años después, en 1851, otro francés León Foucault, dispuso su famoso péndulo (de 28 kg) colgado bajo la cúpula del Panteón de París y cuyo cable de 67 m permanecía sustentado a una libre rótula flotante. Experiencia que realizó para constatar que la fuerza Coriolis obligaba a girar (a desviar) el plano de oscilación del péndulo para, así, de esta forma, poder validar la primera constatación, no astronómica, de la rotación terrestre. La oscilación del péndulo de Foucault no permaneció fija e imperturbable sobre el mismo plano, sino que, ciertamente, la aceleración de Coriolis fue, lentamente, desviando la oscilación pendular en un sentido horario (sentido de las manecillas del reloj). Para el otro hemisferio Sur, el efecto Coriolis le imprime a esta oscilación pendular un giro en sentido antihorario.

Sólo en el caso particular de situar un péndulo de Foucault sobre el mismo eje polar de la Tierra, es, allí,



Péndulo de Foucault al Hall del Museo de las Ciencias -Príncipe Felipe-, Valencia foto del autor.

Velocidad de giro de la oscilación pendular



$$W_f = \omega \cdot \text{sen } \lambda \text{ (latitud)}$$



Plano de oscilación

Para un péndulo de Foucault situado fuera de los Polos, tanto el observador terrestre como el observador inercial (extraterrestre) visualizan idéntica velocidad de giro del plano de oscilación pendular por efecto de Coriolis.

- Ilustración 3 -

donde este efecto Coriolis resulta inocuo para el plano de la oscilación pendular, manteniéndose éste siempre inmutable, es decir, oscilando siempre sobre el mismo plano inicial, pues no existe ninguna cantidad de fuerza Coriolis que lo saque de él. Ya que, en realidad, allí, las dos únicas cosas que se mueven y rotan son: el soporte de la rótula flotante (sobre la que se apoya y gira la tensión del cable) y el gélido suelo polar. Allí, es donde el péndulo de Foucault se convierte en un preciso reloj que culmina su giro completo (ciclo de 360°) del plano de oscilación pendular en exactamente 24 horas. Otra cosa muy distinta es la velocidad de giro que adquiere el plano de oscilación pendular y que está en función del seno de la latitud (λ) local y que veremos más adelante.

Por tanto, un observador terrícola situado en el mismo Polo, junto al péndulo, observará que el plano de oscilación del péndulo de Foucault sí manifiesta una desviación en sen-

tido horario y que completa una vuelta cada 24 horas. Por el contrario, para un observador extraterrestre o inercial (suspendido en el espacio absoluto) verá que esta oscilación pendular, sobre el eje polar, permanece fija e inmutable, oscilando siempre sobre el mismo plano inicial. Para este observador extraterrestre la oscilación pendular no se desvía, es decir, en ningún momento cambia de plano, lo único que para él experimenta movimiento es la rotación terrestre del suelo polar.

Pero, y ¿cómo ve un observador extraterrestre, desde el espacio fijo absoluto (o inercial), el plano de oscilación cuando este péndulo de Foucault está emplazado fuera de los Polos?. Sin duda alguna, si este observador extraterrestre mira-se con unos potentes binoculares a través de la gran cristalera del *hall* de entrada al Museo de la Ciencia - Príncipe Felipe- de Valencia (latitud 39°, 28'), su visual experimentará idéntica observación que la que

perciben los visitantes que están dentro del Museo contemplando su imponente péndulo de Foucault (Ilustración 2).

Tanto el observador extraterrestre (inercial) como el observador terrícola constatan que el plano de oscilación de este péndulo presenta la misma velocidad de giro (en sentido horario) y a razón de 9,5° grados/hora. La esfera de este péndulo tarda 37 horas y 53 minutos en completar una vuelta completa o ciclo de 360°. La velocidad de giro (grados/hora) del plano de oscilación obedece siempre a la latitud local (λ), en respuesta a la ecuación $W_f = \omega$ (velocidad angular Tierra, 15°/hora) $\times \text{sen } \lambda$ de la latitud local (Ilustración 3)

. Siendo para la línea del Ecuador, con el seno de su latitud (λ) 0°, (sen 0° = 0), allí, el efecto Coriolis es nulo, la oscilación pendular permanece inmutable, siempre oscilando sobre el mismo plano inicial. Por tanto, en el Ecuador, el péndulo carece de velocidad de giro, es decir, la oscilación pendular no experimenta la más mínima desviación o sentido de rotación.

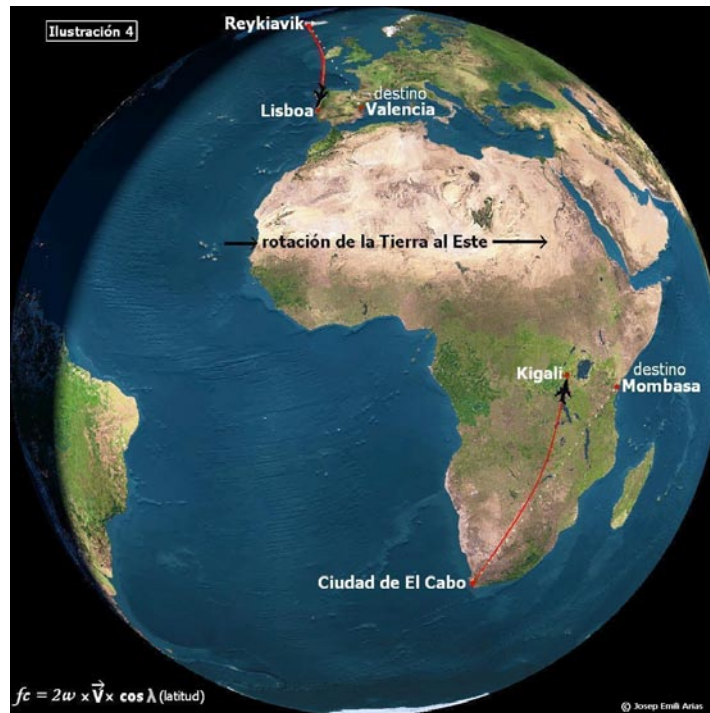
La fuerza de Coriolis en la geofísica terrestre

La fuerza de Coriolis es un fenómeno que se implica fundamentalmente en la dinámica circular de los océanos (Corriente del Golfo, Corriente de Canarias, Corriente de Benguela, Corriente Kura Shio), como también se implica directamente en la formación y el sentido de giro de las estructuras

de depresión ciclónica (huracanes, tifones, borrascas) y en los sistemas anticiclónicos (o altas presiones). También, en un efecto colateral, implica a la corrección de rumbo en la navegación aérea de largo recorrido por la desviación acumulativa que ocasiona el efecto Coriolis sobre su trayectoria (Ilustración 4).

Todo cuerpo que es impulsado o adquiere movimiento propio en un sistema rotatorio, ya sea sobre la superficie de la Tierra o sobre la plataforma de un carrusel infantil (Ilustración 5), éste sufre una desviación lateral en sentido horario (hacia su derecha) en el hemisferio Norte y en sentido antihorario (hacia su izquierda) en el hemisferio Sur.

En la superficie de la Tierra esta complementaria aceleración de Coriolis, para movimientos horizontales, resulta el producto de la magnitud doble de la velocidad angular de rotación (ω) de la Tierra por la velocidad vectorial del cuerpo en



movimiento, y siempre en función del coseno de la latitud local ($\cos\lambda$). Donde, en consecuencia, para cualquier objeto en movimiento horizontal y desplazándose sobre un sistema rotatorio, éste sufre una aceleración complementaria que lo desplaza lateralmente, en una dirección perpendicular a la dirección del movimiento del objeto (Ilustración 6).

Para la ecuación de Coriolis resultan determinantes tres factores:

- 1- La cantidad de velocidad angular que presenta el sistema madre o plataforma referencial (un planeta, una plataforma carrusel);
- 2- La propia velocidad del objeto en su desplazamiento horizontal y paralelo sobre el sistema madre o plataforma rotatoria;
- 3- La latitud del lugar ($\cos\lambda$) o radio de giro por donde transita el objeto.

La fuerza de Coriolis es una aceleración complementaria que opera siempre en dirección perpendicular,

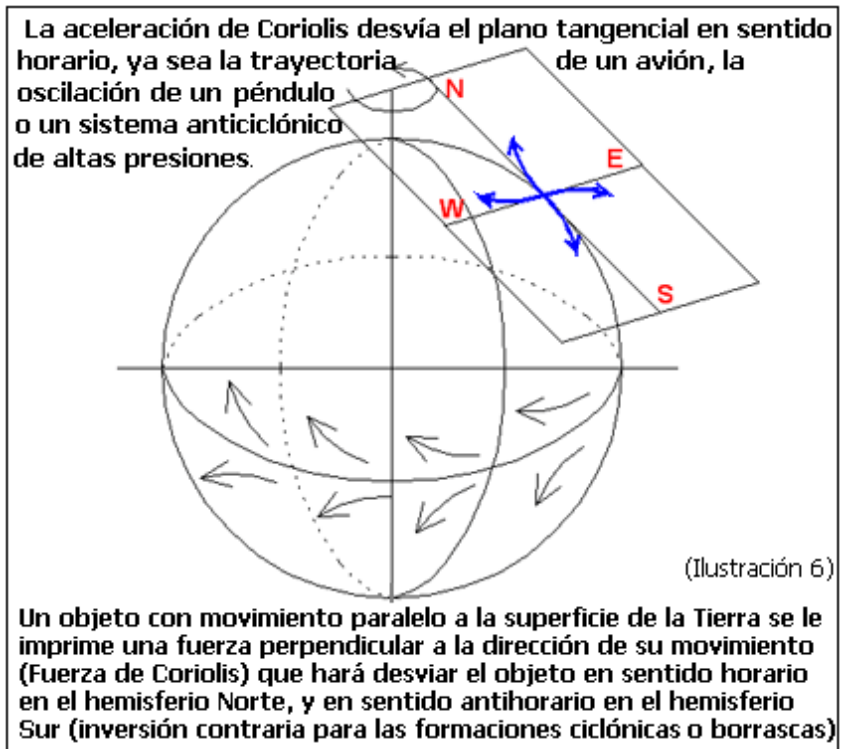
tanto a la velocidad vectorial del objeto como al eje del sistema rotatorio (eje Tierra). En particular, si el movimiento del objeto transita en paralelo al eje de rotación del sistema, esta aceleración complementaria que llamamos Coriolis resulta de valor cero. De ahí, que en la franja del ecuador (latitud < menor a 7°), al tener la componente de aceleración Coriolis un valor nulo, allí, predomina la calma oceánica y la ausencia de formaciones ciclónicas. También, allí, en el Ecuador, el péndulo de Foucault permanece oscilando inmutablemente, en el infinito, sobre el mismo plano inicial. Por otra parte, si el movimiento del objeto (u oscilación pendular) transita en las proximidades del eje rotacional del sistema, la componente de la aceleración Coriolis también adquiere un valor nulo.

En la Tierra las manifestaciones geofísicas del efecto Coriolis derivan en un lento proceso acumulativo debido a que esta aceleración

complementaria está originada y accionada por la velocidad lenta de la rotación terrestre.

En nuestra atmósfera, el sutil equilibrio existente entre las fuerzas debidas al gradiente de presión y la fuerza de Coriolis generan los denominados vientos geostróficos (que exclusivamente están gobernados por dichas dos fuerzas) y que afectan a las isobaras (líneas que comparten un mismo nivel geopotencial barométrico). Esta adición de fuerza Coriolis obliga a que las moléculas atmosféricas se desplacen desde una zona de alta presión hacia otra zona de baja presión describiendo trayectorias curvadas (curvilíneas isobáricas). En consecuencia el efecto Coriolis, de alguna forma, es un potenciador y determinante de tendencias isobáricas donde, por un lado, hace confluir las moléculas de vapor de agua que determinarán la formación de estructuras ciclónicas o borrascosas (bajas presiones) y, por el otro lado, disipa estas moléculas de vapor de agua, formando los sistemas anticiclónicos (altas presiones).

En el hemisferio Norte la aceleración Coriolis imprime un giro horario a los sistemas de altas presiones o anticiclones (idéntico sentido de giro que adopta, allí, la oscilación pendular de Foucault) e imprime un giro antihorario (Ilustración 7) para la formación de depresiones ciclónicas, borrascas, huracanes y tifones (la nominal contrapartida asiática). Por el otro lado, en el hemisferio Sur sucede lo contrario, la aceleración de Coriolis imprime un giro antihorario al sistema anticiclónico



(idéntico sentido de giro que adopta, allí, la oscilación pendular de Foucault) e infiere un giro horario para la formación de depresiones ciclónicas, huracanes y borrascas.

El mito de la vorticidad en los desagües

¿Es el efecto Coriolis quien determina, para cada hemisferio, el sentido de giro de los vórtices en el desaguado de piletas, bañeras, lavabos e inodoros?. Tal falacia cabe contestarla con otra pregunta: ¿En las ciudades de Quito y Singapur, -ambas en la línea del Ecuador terrestre y donde la fuerza Coriolis resulta nula-, allí, toda dinámica de desaguado sufre estados de colapso e incertidumbre?. Pues, cabría conjeturar que, allí, para toda dinámica en el arranque de la vorticidad (inicio del arremolinado circular) éstas deberían sufrir un colapso al quedar presas de esquizofrenia, al no saber los vórtices que sentido de rotación iniciar. En el entorno del Ecuador existen muchos parajes exóticos

pero, éstos, nunca lo son por haber manifestaciones estrafalarias en la dinámica de los desagües.

La física-dinámica que inicia e imprime la fuerza rotatoria y su sentido de giro en la vorticidad de líquidos y fluidos, de ningún modo, viene determinada por los hemisferios.

El agua, u cualquier otro líquido, retenido y en reposo absoluto dentro de un recipiente, cuando destapamos el sumidero central, el agua empieza a moverse (enroscarse) hacia el centro y hacia abajo. ¿Qué rompe la simetría del flujo e introduce una dirección privilegiada de giro?. La fuerza de Coriolis desde luego que no. Tan sólo nos basta comprobar que para cualquier latitud planetaria el sentido de giro que adoptan los vórtices de desagüe en nuestras piletas, lavabos, bañera e inodoros resulta totalmente aleatorio (por no decir, caótico), tanto para Madrid, Montevideo, Singapur o Reykiavik.

¿Por qué el efecto Coriolis

Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

