

Le mystère Coriolis (El misterio Coriolis)

Alexandre Moatti

CNRS ÉDITIONS, PARIS, 2014, 223 P., 25 €. EN FRANCÉS.
COLECCIÓN LE BANQUET SCIENTIFIQUE, DIRIGIDA POR JEAN AUDOUZE.

Pocos títulos resultan más adecuados para el presente libro, *El misterio Coriolis*, porque Gaspard-Gustave de Coriolis, el científico y mucho más el hombre, es prácticamente un desconocido frente a la fuerza a la que ha dado nombre.

Las ediciones del Centro Nacional de Investigaciones Científicas Francesas (CNRS) publicaron en 2014 '*Le mystère Coriolis*'. El autor es Alexandre Moatti, ingeniero de Minas además de investigador en historia de las ciencias y divulgador. En este libro, Moatti esboza el retrato de Coriolis, cuya obra se sitúa en la encrucijada de las matemáticas y la física y cuyo nombre quedará siempre asociado a la fuerza que está detrás de la desviación de los cuerpos hacia la derecha (izquierda) siguiendo su movimiento en el hemisferio norte (sur).

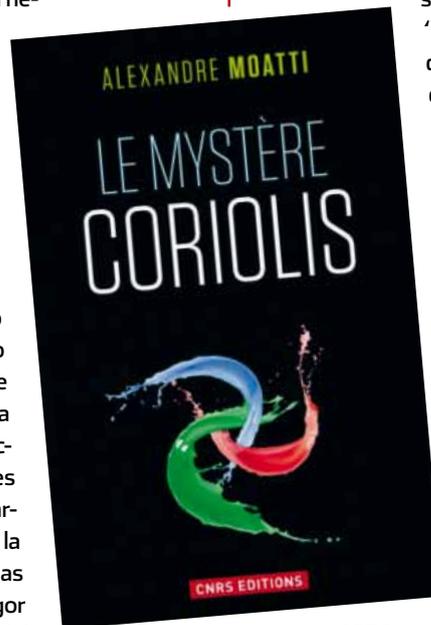
Le mystère Coriolis es, ni más ni menos, que un resumen de la tesis de Moatti sobre Coriolis. El libro sorprende por la lista de referencias, la inclusión de cartas manuscritas recuperadas bastante recientemente, y por la precisión y lujo de detalles. Podría decirse que está dirigido a un público curioso y motivado. Su lectura, no siempre fácil, resulta sumamente amena e interesante porque nos va a permitir, entre otros aspectos, acceder al nacimiento de las grandes escuelas francesas, observar la marcha de la comunidad científica de la época, asistir a sus luchas intestinas en las que desgraciadamente el rigor científico se aparta tantas veces del rigor ético. Desde el punto de vista personal, te hace recapacitar en la ineludible necesidad de poner en contexto los desarrollos matemáticos o físicos de los autores, tratando de evitar el reduccionismo de una trayectoria a una mera fórmula. Ahondando en la reflexión, probablemente cuántos abandonos escolares se evitarían si se reivindicara un acercamiento al proceso creativo, subyacente a cualquier investigación, incluyendo una sólida introducción a la historia de la ciencia.

El libro se divide en prólogo, treinta y dos capítulos, estructurados en siete partes, índice y agradecimientos. Merece la pena detenerse y mencionar los títulos de los capítulos por la información que revelan. La primera parte, '*Nacimiento de una vocación científica*' comprende cuatro capítulos: '*Familia e infancia*', '*Estudios en la*

Politécnica y en Puentes y Caminos', '*El servicio territorial del Cuerpo de Puentes*', '*Entrenador en la Escuela Politécnica*'. La segunda parte '*1817-1829: Enseñanza en Matemáticas e investigaciones en teoría de las máquinas*' abarca los capítulos 5 al 10: '*Coriolis matemático, en apoyo de Cauchy*', '*Geometría de los encuentros*', '*Notas sobre la teoría de las máquinas de un ingeniero-sabio (1819)*', '*Definición de la noción de trabajo (1826)*', '*El Cálculo del efecto de las máquinas (1829)*', *una teoría del trabajo*', '*¿Fuerza viva o semi-fuerza viva?*'. La tercera parte '*1830: El reconocimiento científico en el seno del Cuerpo de Puentes*' comprende los capítulos 11 al 17: '*Los años fastuosos, 1830-1838*', '*El fracaso en la sucesión de Cauchy, ¿una suerte para Coriolis?*', '*Profesor de mecánica en la Escuela central*', '*Una actividad científica en el Cuerpo de Puentes (1): La Comisión de rodadura*', '*La Comisión de reforma de la enseñanza en la Escuela de Puentes*', '*Una actividad científica en el Cuerpo de Puentes (2): los Anales de Puentes- el coeficiente de Coriolis en hidráulica*', y '*Una actividad episódica de divulgación*'. La cuarta parte '*De la teoría del movimiento relativo a la del juego de billar*', abarca los capítulos 18 al 22: '*Las dos memorias sobre el movimiento relativo (1831 y 1835)*', '*Fuerza de Coriolis: ¿antecedentes?*', '*Fuerza de Coriolis, ¿posterioridad?*', '*Jugar al billar con Coriolis*', y '*Muerte de Navier (1836)- Consagración de Coriolis*'. La quinta parte '*Desde*

1838 a su muerte: director de estudios en la escuela politécnica' comprende los capítulos 23 al 28: '*Una nominación sorprendente*', '*El Consejo de instrucción de la Escuela*', '*Relaciones tumultuosas con ciertos profesores*', '*Affaires Comte: la cátedra de análisis en 1840- un verano 1842*', '*Proyecto de reforma de la filial politécnica*' y '*El fin de Coriolis*'. La sexta parte '*Coriolis, el hombre, el carácter*' comprende los capítulos 29 a 31: '*Rectitud y escritura*', '*Religión, moral, política*' y '*¿Un sabio romántico?*'. Por último, la séptima parte '*Conclusión*' contiene un único capítulo (32) dedicado al '*Enfoque bibliográfico en la historia de las ciencias*'; precisiones sobre algunas de las personas citadas, bibliografía (manuscritos y obras impresas); para acabar con el índice y los agradecimientos.

El prólogo es sumamente revelador. Como se obser-





Coriolis según un grabado de Belliard a partir del cuadro de Roller (pintado a finales de 1841).

El conseguir que una biografía como la que nos ocupa, relacionada con la ciencia, sea atractiva para el gran público no es una tarea fácil. Más allá de su trabajo científico, el historiador no puede apoyarse en nada: la vida monótona y sin brillo de este sabio es raro que pueda suscitar una pasión desbordante. Así, por ejemplo, no se le ha conocido ningún compromiso político en un periodo que, sin embargo, fue rico en acontecimientos (la caída del Imperio, la Restauración, la revolución de 1830, etc.); no participó en ninguna expedición lejana, ni en ningún viaje lleno de aventuras, a diferencia de gran número de sabios de su época. Hipocóndrico, introvertido y soltero recalcitrante, morirá de tisis. Todo esto puede explicar el desfase de notoriedad entre la fuerza de Coriolis – noción universalmente conocida- y este anónimo Gaspard-Gustave que le ha dado nombre.

→ va, Coriolis (1792-1843) no forma parte de esas figuras de sabios mitificados como son las de Galileo, Newton, Pasteur o Einstein. Precisamente, el desfase existente entre la celebridad casi universal ligada a la fuerza a la que dio nombre y el práctico desconocimiento de su persona y de su obra y carrera científica, revela Moatti, se encuentran en el origen de sus trabajos sobre Coriolis.

El historiador y filósofo de las ciencias británico, Ivor Grattan-Guinness ha subrayado que sorprendentemente poco se ha escrito sobre Coriolis. Por su parte, el escritor francés Erik Orsenna, ha expresado de manera muy bella que nada indica que 'nuestro Gaspard-Gustave haya puesto un pie en un barco y que se haya interesado por el mar, pero el hecho es que Coriolis es el que ha explicado la influencia de la rotación de la Tierra en el recorrido de los vientos y de las corrientes'.

Coriolis da muestras de una racionalidad acusada en su vida profesional y de un fervor religioso en su vida personal, sin mezclar ambos aspectos. Vivirá para la ciencia y la enseñanza toda su vida, mostrando una personalidad reservada.

Coriolis fue el primero en dotar de contenido científico a la noción de trabajo, extraída del lenguaje común; poniéndola en el mismo plano que otras magnitudes. Sus trabajos sobre la composición de movimientos le llevaron a definir en 1831 la noción de fuerza de arrastre, utilizada habitualmente en la actualidad, y en 1835 el de la fuerza centrífuga compuesta- que más tarde recibirá el nombre de fuerza de Coriolis. En 1835, utilizó en geometría la teoría de los momentos, siendo el primero en establecer una teoría del juego de billar, estudiando el choque del mazo sobre la bola, el choque de dos bolas, el choque de una bola sobre la banda. Al año siguiente se interesó en la hidráulica de los remolinos, proponiendo un coeficiente que pasó a designarse como coeficiente de Coriolis. El hilo director de la obra de Coriolis es la teoría de las máquinas. Grattan-Guinness, como subraya Moatti, ha bautizado con el nombre de ingeniero-sabio (*ingénieur-savant*, en el original francés), a la treintena de sabios franceses, operativos entre 1800

y 1840, procedentes en su mayor parte de la Escuela politecnica. En su calidad de ingenieros, ayudan al desarrollo de la industria gracias a sus conocimientos científicos; en su faceta de sabios, hacen avanzar la ciencia agregando nuevas ramas que teorizan, apoyándose en su experiencia de ingenieros. Entre ellos, habría que citar a Coriolis, Poncelet, Navier, Lamé, Fresnel ... Contrariamente a una imagen muy extendida, la ciencia no siempre ha precedido a la técnica: en ese momento, la ciencia alcanzaba a marchas forzadas a la técnica- como botón de muestra, se supo hacer funcionar una máquina de vapor antes que Sadi Carnot estableciera las bases de lo que se denominará Termodinámica.

Estos ingenieros-sabios eran los mejor colocados, en esta charnela entre las matemáticas y la física, ente teoría y práctica, para revelar las aportaciones de la mecánica aplicada a la ciencia fundamental. Tratando de afinar esta caracterización, habría que situar a Coriolis más del lado de la teoría que el de la práctica por varias razones: por su temperamento, por la formulación muy matemática de sus artículos y obras y por el desarrollo académico de su carrera. Tras haber formalizado en 1826, la noción de trabajo, le dio una verdadera coherencia al aplicarlo a numerosos campos: la rigidez de un resorte, la rodadura de los coches de caballos, las ruedas hidráulicas e incluso el juego de billar. Definió el trabajo motor, el trabajo resistente, el principio de transmisión del trabajo. Uniendo por este hilo directo diversos objetos y diversos conceptos, tiene la ambición de construir una verdadera teoría del trabajo, expresión que reaparece con gran frecuencia bajo su pluma y que podría, en cierta medida, caracterizar su obra. Aunque parezca un oxímoron, es un teórico de la mecánica aplicada al que se propone descubrir Moatti.

Nada hacía presagiar una trayectoria científica. Gaspard-Gustave de Coriolis nació el 21 de mayo de 1792 en París, en los albores de la Revolución Francesa, y murió a los 51 años, el 19 de septiembre de 1843 bajo el reinado de Luis Felipe, en pleno Romanticismo. Coriolis dedicó su vida a la ciencia y a la enseñanza. Su padre era un noble, peque-

ña nobleza del sur de Francia, capitán de la guardia real que había participado en la campaña de América al lado de Rochambeau y al que la toma de las Tullerías le hizo exiliarse en 1792 a Nancy, de donde era oriunda su mujer, para lanzarse al comercio del papel pintado para sobrevivir. Coriolis tuvo dos hermanos, un varón que murió en torno a los 20 años y una hermana Cécile que se casó con el físico Pécelet (Número de Pécelet). Gaspard tenía 19 años cuando falleció su padre y entró en la Politécnica en 1808, convirtiéndose en el sostén de su familia.

Desde muy temprana edad, el joven Coriolis dio muestras de poseer una rara aptitud para las Matemáticas. A los doce años, mostró a su profesor una demostración nueva del teorema del cuadrado de la hipotenusa. Se presentó a los 16 años a la Escuela Politécnica (1808), siendo clasificado segundo en las listas de admisión. Sus notas a la salida de la escuela, le señalaban que destacaba en Matemáticas, Física y en Arquitectura. Se añadía que dibujaba muy bien, que era bueno en literatura y tenía buena conducta. En 1810, entró como alumno-ingeniero en la Escuela de Puentes y Caminos. Antes, había atraído la atención de Cauchy -por un estudio sobre la curva del perro-, quién le pidió que fuera su profesor entrenador. Aceptó con gran entusiasmo, porque podría de esta manera subvencionar los gastos de su madre y hermana. Emociona leer la carta en la que cuenta que les podrá dedicar la mitad de su sueldo. No se limita a esto, sino que contribuirá a la educación de su hermana, enviándole deberes regularmente desde París y encargándose de corregirlos. Al salir de la Escuela Politécnica su salud se resintió por una grave enfermedad, que le ocasionaría preocupaciones constantes.

Sin abandonar sus funciones de ingeniero, Coriolis se consagrará de manera especial a la ciencia. En 1829, publica bajo el título de 'Cálculo del efecto de las máquinas', una importante obra que se reimprimirá a su muerte bajo el nombre de 'Tratado de la Mecánica de los cuerpos sólidos'. Obra que causó sensación por la forma, realmente original, en la que se abordaba la cuestión del trabajo mecánico. En 1832, Coriolis pasó a ser el adjunto de Navier en el Curso de Mecánica aplicada en la Escuela de Puentes y Caminos. Será quién inaugurará la enseñanza de la Mecánica en la Escuela central. Ingeniero jefe (*ingénieur en chef*, en el original francés) en 1833, sustituirá a Navier en Puentes en 1836 y recibirá a la vez la plaza que su predecesor acababa de dejar libre en la sección de Mecánica en la Academia de las Ciencias. En 1836, cuando Coriolis se convirtió en miembro de la Academia de las Ciencias, su obra científica está acabada. De ninguna manera su investigación está presidida por el azar. El hilo conductor de su obra, es la mecánica aplicada- nueva rama científica que surge de la primera revolución industrial. Una obra que constituye una bisagra entre las matemáticas y la física, entre la teoría y la práctica.

Coriolis abandona su curso en 1838 para convertirse en Director de estudios en la Escuela Politécnica, don-

de tendrá que hacer frente a numerosos problemas (por ejemplo, el de Auguste Comte). Este periodo, descrito en el capítulo 23, que dura cinco años, es el de su declive personal y profesional. Su temperamento y su educación encajan mal con este puesto expuesto a las intrigas, maniobras de poder, de nominación y de sucesión. Choca especialmente con Liouville, representante en la Escuela del clan Arago, muy poderoso en la época. Veremos cómo Arago no desempeña un papel tan brillante como el que le ha concedido la posterioridad, pero las referencias a su influencia son harto instructivas para comprender el funcionamiento de la comunidad científica de la época. Coriolis, en este nuevo cometido, se hizo notar por su gran dominio de todas las ramas de la enseñanza, por un sentido profundo del deber, unido a un gran espíritu de justicia, de conciliación y de acogida. Los alumnos le adoraban por su bondad, y una sencillez llevada hasta sus últimas consecuencias. Desgraciadamente, su salud empeoraba cada día. En 1843, siguiendo los dictados de su conciencia, presentó la dimisión en la Escuela y en la Academia, porque veía que no podía cumplir con sus funciones. Sin embargo, el general no transmitió a la autoridad competente la dimisión - la Escuela estaba y está ligada al Ministerio de la Defensa-. A las pocas semanas murió, y está enterrado en el cementerio de Montparnasse (París).

A pesar de todos esos títulos, la memoria de Coriolis no ha recibido los homenajes a los que tenía derecho. Al no ser inspector general, los Anales de Puentes y Caminos no le rindieron los honores. Por una singular fatalidad, el elogio que Élie de Beaumont debía hacer de él en la Academia de las Ciencias no se publicó jamás. Aunque el teorema de Coriolis continua siendo enseñado, nadie, tal vez, exceptuando los eruditos en Mecánica, recordarán que el empleo de la palabra trabajo, es debido a Coriolis, quién lo propuso con su significado preciso en 1829.

¿Por qué interesarnos en Coriolis ahora, más de ciento setenta años después de su muerte? Como puede leerse en la contrasolapa, su obra ha puesto de manifiesto resultados importantes: ha sido el primero en dotar de un contenido científico a la noción de trabajo. Definió la noción de fuerza de arrastre y la de fuerza centrífuga compuesta (más tarde conocida como fuerza de Coriolis) que permite explicar la rotación del péndulo de Foucault, la desviación de los cuerpos hacia el este, siendo igualmente el padre de una teoría de juego de billar, que todavía hoy sigue siendo válida.

En suma, un libro muy curioso que despierta las ganas de profundizar, y que es digno de agradecer porque nos descubre y nos acerca a un hombre sereno, con sus proyectos y fracasos, sus disputas con los colegas, su carácter romántico e idealista centrado no en sí mismo sino en el interés de las Escuelas (Politécnica, Puentes...), inspirador, entre otros, de Cauchy en las condiciones de convergencia de un producto infinito.

María Asunción Pastor Saavedra



Novedades editoriales de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)

POR MIGUEL ÁNGEL GARCÍA COUTO

Calendario Meteorológico 2017

AEMET (2016). 350 PP. PVP: 6,00 €

La Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) acaba de publicar el “Calendario meteorológico 2017”, edición número setenta y cinco de esta publicación, con 330 páginas repletas de información meteorológica y climatológica de España.

Petteri Taalas, el meteorólogo finlandés recientemente elegido Secretario General de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), ha sido la personalidad meteorológica de la escena internacional encargada de escribir la habitual colaboración de este número del calendario

con un mensaje donde destaca el papel de AEMET como Miembro de la OMM promoviendo la cooperación internacional entre los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales.

En esta edición del calendario se han utilizado fotografías de nubes para ilustrar tanto la cubierta del libro como las portadillas de presentación de cada una de sus diferentes secciones, en homenaje

al Día Meteorológico Mundial de 2017 que se celebrará bajo el lema “Entendiendo las nubes”.

Las primeras secciones de la publicación, “Calendario” y “Datos astronómicos”, contienen la ya habitual información del Observatorio Astronómico Nacional sobre ortos y ocasos del Sol y la Luna, eclipses, fases lunares, almanaques cristiano, musulmán y judío, etc.

La sección siguiente, “Climatología”, incluye, para una serie de estaciones de la red principal de AEMET durante el año agrícola 2015-2016, entre otros, los datos mensuales de temperatura y precipitación y su comparación con los valores climatológicos normales, el estudio de los caracteres climáticos, los habituales mapas y tablas de datos climáticos, las tablas de efemérides mensuales, el estudio de las olas de calor y de frío y este año —como novedad— se ha incluido en esta sección la caracterización climática de la próxima Semana Santa.

El contenido del calendario prosigue con las secciones “Agrometeorología y fenología” (este año con un estudio sobre la observación fenológica del nogal, *Juglans regia L.*), “Hidrometeorología”, “Medio ambiente”, “Radiación solar”, “Descargas eléctricas” y “Día Meteorológico Mundial”. Esta última sección incluye un comentario sobre el tema seleccionado por el Consejo Ejecutivo de la OMM para conmemorar el Día Meteorológico Mundial de 2017, “Entendiendo las nubes”; también se publica en esta sección el extracto biográfico de los colaboradores de la red climatológica de AEMET premiados en 2016 por su destacada contribución en la observación meteorológica —incluyendo dos colaboradores centenarios— así como del personal de AEMET premiado por su colaboración en las campañas antárticas.

La última de las secciones del calendario es la de las “Colaboraciones”, este año con ocho artículos de divulgación científica sobre observación, fenología, rayos, climatología extraterrestre, cambio climático, etc.

En la primera de las colaboraciones, titulada “Análisis de los rayos registrados en Canarias en el periodo 2006-2015”, de Ricardo Sanz y otros autores, se analiza la distribución espacial y temporal de los rayos registrados en una zona geográfica que engloba Canarias y Madeira, estimándose su densidad y el número de días de tormenta, comparándose sus características con las de otras zonas geográficas similares y evaluándose el comportamiento de ciertos parámetros de los rayos para trazar algunos rasgos de índole climatológico.

A la colaboración anterior le sigue una de climatología extraterrestre titulada “Climatología del inframundo”, de Julio Solís, en la que, a partir de los datos obtenidos por la sonda espacial New Horizons de la NASA, se realiza un estudio del clima de Plutón.

Carlos Cano y Javier Cano, en su artículo “Efectos del cambio climático sobre las aves”, describen algunas de las consecuencias observa-

das en la naturaleza durante los últimos cien años y los impactos más importantes que producen en las aves.

La siguiente colaboración “El Observatorio de O Carballiño — Tres décadas de estudios meteorológicos y fenológicos”, de Miguel García y Diego Reboredo, realiza un repaso de lo que ha sido la investigación llevada a cabo en el citado observatorio, con una serie de observaciones meteorológicas que comienzan en 1984 y otra de registros fenológicos desde 1991.

La colaboración “El programa de observaciones fenológicas en el Observatorio de Izaña (Tenerife)”, de Rubén del Campo, describe el entorno y el clima de la zona del observatorio, con detalle de las especies seleccionadas, los estudios fenológicos en estudio y sus métodos de observación en el ámbito del citado programa, que se lleva a cabo en Izaña desde 2014.

La necesidad del sector agrario de contar con una estimación de la producción de cereales de una manera objetiva y reproducible ha llevado a elaborar un boletín de cosecha de cereales de invierno en la Comunidad de Castilla y León y este es el objeto de la colaboración titulada “Nuevo sistema de predicción de cosecha de cereales de Castilla y León”, de Alberto Gutiérrez y otros autores.

La penúltima colaboración, “La serie histórica de la Universidad de Oviedo — Proyecto REDASHO”, de Manuel Mora y Víctor González, describe el citado proyecto emprendido por la Delegación Territorial de AEMET en Asturias, en colaboración con la Universidad de Oviedo, para incorporar más de un millón de registros diarios en soporte informático con el fin de reconstruir la serie de observaciones meteorológicas de Oviedo que se inicia en 1851.

Esta septuagésima quinta edición del calendario se cierra con una pequeña colaboración que rinde homenaje a la persona que lo creó e impulsó. “José María Lorente y el Calendario meteorológico de AEMET”, del divulgador Manual Palomares, pasa revista a la figura del citado meteorólogo del que se cumplieron 125 años de su nacimiento el 23 de marzo de 2016, precisamente el Día Meteorológico Mundial.

