

Un viaje a la Antártida

Un científico en el continente olvidado Autor: Sergio Rossi.

Metatemas Tusquets Editores, 2013, 268 páginas. 19 Euros.

Un viaje a la Antártida posee la magia de los títulos cortos e impactantes, que predisponen a su lectura. Se trata de un libro publicado por la editorial Tusquets, en la colección de temas científicos (Metatemas) que dirige con gran acierto, Jorge Wagensberg Lubinski, uno de los divulgadores científicos españoles más destacados como editor, conferenciante, escritor y museólogo. Wagensberg es profesor de Teoría de los Procesos Irreversibles en la Universidad de Barcelona y ha hecho aportaciones a la producción de pensamiento científico, en distintos campos como: termodinámica del no-equilibrio, termodinámica de cultivos microbiológicos, la simulación de Montecarlo, biología teórica, entomología, tafo-

que nos llevaran a ellos por un módico precio'. Especializado en biología marina y conservación, ha participado en diversas expediciones científicas y es coautor de libros, entre los que se destaca la serie de libros infantiles sobre el medio ambiente El Equipo Krakatek (2011).

Un viaje a la Antártida es un libro ameno, sugerente, cercano, con bellas descripciones, capaz de suscitar sinestesias, hecho no habitual en un libro de ciencia y que deriva en muchos casos al ensayo, trascendiendo la realidad que está describiendo. Así, por ejemplo, cuando menciona que en el continente blanco podremos entender mucho de la capacidad de evolución, de los cambios rápidos del clima o de cómo funcionan las corrientes, si dirigimos una mirada profunda y comprometida al continente olvidado, aunque esto implique utilizar medios costosos y, a veces, poco comprendidos por una sociedad que lo único que ansía es el resultado inmediato y aplicable de la ciencia.

Un viaje a la Antártida es un intento de crear opinión acerca de un lugar tan lejano, que nos puede llegar a fascinar e interesar, y, sobre todo, hacernos conscientes de hasta qué punto dependemos de lo que pase ahí para nuestra futura calidad de vida. Abordar semejante empresa requiere rigor, amenidad, y abordar una pluralidad de temas sin excluir la visión personal. Es un logro el engarce de los párrafos mediante preguntas, porque contribuye a aligerar y a mantener la atención.

Antes de adentrarnos en el li-

bro, convendría recordar la etimología del adjetivo antártico. Antártico proviene del griego antarktikos compuesta de anti (en oposición) y de arktikos o ártica. Arktikos viene, a su vez, de arktos (oso) ya que el Ártico está bajo la Constelación de la Osa Mayor.

El índice del libro consta de prólogo, veintitrés capítulos de títulos cortos (el continente del fin del mundo, la banquisa antártica, visiones del último bastión virgen ...) y con una duración que no suele superar las quince páginas, epílogo, apéndice (hoja en blanco) y bibliografía. A lo largo de los capítulos, el autor ha insertado referencias bibliográficas muy actuales.

El prólogo resulta esencial para entender la gestación del libro y es además toda una declaración de intenciones. Curiosamente, en comparación con otros libros, lo que se espera de su lectura queda plasmado en el prólogo y en el epílogo. Sergio Rossi relata que cuando se le planteó en el año 1999 la posibilidad de embarcar en el *Polarsten*, simplemente pensó que se embarcaba en una aventura que muy pocos tienen el honor de poder vivir, y lo iba a hacer en el mejor buque oceanográfico polar del mundo. Sin embargo, a lo largo de tres campañas (2000, 2003-2004 y 2011), siente la necesidad de explicar muchas cosas a la gente que no ha estado ni estará nunca allí. Empezó anotando, grabando conversaciones e interesándose por el trabajo de otros grupos de científicos. En sus propias palabras 'Hablabamos mucho con la gente, hacía muchas preguntas, in-

“Un viaje a la Antártida es un intento de crear opinión acerca de un lugar tan lejano, que nos puede llegar a fascinar e interesar”

nomía, filosofía de la ciencia y museología científica en revistas especializadas.

Sergio Rossi, el autor, es doctor en ciencias biológicas. Nació en Barcelona en 1969, y se le despertó la vocación científica viendo los documentales de Cousteau cuando surcaba los mares con su nave *Calypso*. Como comenta en el capítulo 2, 'cuarenta minutos de intrépidos viajeros nos hacían soñar con mundos tan remotos como Papúa o el mar Rojo, cuando aún no existían compañías *low cost*



Un viaje a la Antártida

► tentaba comprender'. Al volver de la segunda campaña, se da cuenta de quiere explicar más cosas sobre los polos. Hacia el año 2006 comenzó ya a elaborar el esquema del libro. No había campañas a la vista, pero había madurado el tema y, lo que es más importante, tenía claro lo que quería explicar.

Confiesa que no es un experto en la Antártida, pero que sentía la necesidad de replicar, sobre todo a los escépticos que ven el continente blanco como el típico lugar remoto al que se desplazan cuatro privilegiados con el único fin de hollar las tierras más lejanas del planeta. 'La ciencia es el patrimonio de todo el mundo. No somos Dirac, ni Marie Curie... Por eso estamos obligados a explicar qué hacemos, porque se valorará poco tu trabajo si no lo transmites, si no lo exteriorizas y lo pones a un nivel de comprensión suficiente para una gerente de supermercado, un taxista inquieto o un abogado entusiasta de la naturaleza'. Este párrafo justificaría por sí mismo la lectura del libro porque ahonda en la responsabilidad, en el compromiso de una buena y efectiva transmisión, y, siempre con los pies en la tierra.

Así, en la campaña de 2011, empezó ya a redactar en serio los capítulos en el mismísimo *Polarstern*, sintiendo la urgencia de explicar conceptos de forma clara y concisa, amena y rigurosa; subrayando el esfuerzo para que desde un lugar tan remoto como la Antártida, se transmitan las encrucijadas, lo que pasará y lo que ya está pasando.

El libro es pues una crónica de las tres expediciones realizadas por el autor a lo largo de once años. En los primeros capítulos del libro se explican aspectos básicos del continente, de su funcionamiento y de su historia geológica, de cómo todo gira en torno a la dinámica estacional y al hielo que se forma y

se deshace de forma cíclica desde hace decenas de millones de años. Así, en el capítulo 1, 'el continente del fin del mundo', habla de que en la Antártida, sólo desde finales de los años sesenta y setenta del siglo XX se cuenta con la presencia de asentamientos permanentes cuya población oscila entre las mil y cuatro mil personas según la época del año. Nada menos que el 90 por ciento de la llamada criosfera se halla sobre la Antártida.

Fascinado desde siempre por estos singulares y desnudos parajes, en el capítulo 2, Sergio Rossi



reconstruye también alguno de los episodios que marcaron la exploración de estas tierras, como la dramática carrera entre Amundsen y Scott por la conquista del polo sur, o la odisea del capitán Shackleton para salvar a su tripulación de una muerte segura. Rezuma ternura cuando afirma que si tuviese que perderse en medio del continente antártico con alguien sería con un hombre como él.

Después explica cómo el cambio

climático está siendo el factor clave para comprender el futuro de la Antártida en particular y del planeta en general. Cuando hablamos de aquél, pocos mencionan el continente antártico, termostato global del planeta que posee la mayor cantidad de hielo en forma de inmensos glaciares que pueden llegar a tener más de 3.500 m de profundidad. Este termostato básico para nuestra propia supervivencia, hace que lo que ocurra allí, nos afecte a todos bien por el balance calórico bien por el aumento (o disminución) del nivel del mar debido a la fusión o creación de masas heladas. Por otra parte, parte del CO2 producido en el planeta (sea de origen antropogénico o 'natural') se captura en esas frías aguas.

Las corrientes de aguas muy frías que fluyen desde la Antártida hacia el norte compensan el calor excesivo del ecuador y los trópicos. En las aguas antárticas, en esa zona fronteriza en la que los hielos se funden y vuelven a formarse cada año, la vida marina tiene una riqueza y una diversidad incomparables. Se sabe que el frente polar se formó aproximadamente hace unos 10 millones de años, momento en el que las condiciones climáticas de la Antártida se transformaron y en que el aislamiento con respecto a corrientes más septentrionales aumentó.

Sergio Rossi transmite de manera muy eficaz, esa dicotomía entre la hostilidad en tierra y la manifestación de la vida en el océano (capítulos 7-12). La abundancia de nutrientes favorece un estallido de vida que empieza con algas y otros organismos microscópicos, alimento para el krill, base de la cadena alimentaria en la columna de agua al ser la presa favorita de peces, focas, pingüinos, pájaros migradores y ballenas. Lo más insignifi-

cante importa tanto como lo más desmesurado en el gran equilibrio de la vida marina y donde la desaparición de un solo elemento hace que se tambalee toda la estructura.

Hay una necesidad urgente de entender los sistemas microbianos en el continente blanco antes de que sean irreversiblemente dañados. En capítulos posteriores (14-15), titulados 'Los organismos y el cambio climático' y 'La capa de ozono y la Antártida', aprendemos como los organismos que viven en la Antártida están adaptados a una gran estabilidad térmica, lo que implica una escasa flexibilidad fisiológica a esos

se llegó a consensuar en un tiempo relativamente rápido, mientras que con el cambio global 'somos incapaces de entender hacia dónde vamos, con todas las evidencias que están en nuestras manos'.

Tanto el Ártico como el Antártico son lugares clave para entender la climatología pasada (capítulo 3) y futura de nuestro planeta, por lo que las comparaciones son también necesarias. El autor se detiene luego en la descripción de los efectos directos de la contaminación, la pesca, la minería o el turismo y las especies invasoras. Una sinergia, que él bautiza como convulsa y muy pre-

conscientes de que allí estaba el fin del mundo. Uno puede imaginar la desolación junto el éxtasis de contemplar la Antártida; sentimiento que no es comparable según el autor al que se siente ante el Ártico, porque en el Ártico hay tierra y hay gente.

En el epílogo, Sergio Rossi cree que los lectores llegados a este punto habrán tratado de responder a la pregunta '¿De verás me importa?' Por mucho que se estudie, nos impliquemos en los problemas de conservación; nuestra vida sigue su rumbo, ajena a la naturaleza y al entorno que nos acoge. Este libro ha intentado acercar a quien quiera conocerlo a un lugar de una belleza indescriptible, frontera última de un planeta con presencia dominante del hombre, en el que una sola especie está logrando cambiar el clima, los flujos de carbono y de la vida, las interacciones entre organismos o el número de especies por una necesidad de crecer sin límites.

Sólo espera que al acabar este libro el lector tenga un punto de vista un poco diferente, un concepto más cercano de lo que allí sucede y de cómo nos puede afectar a todos aunque esté tan lejos de nosotros. Quizá la Antártida es la región en la que se demuestra de forma más palpable la tan manida globalización, muy buena para algunas cosas y perjudicial para otras.

Nada mejor para concluir que parafrasear a Sebastián Álvaro (*Donde se oye chirriar el eje de la Tierra*, El País semanal nº 1924, publicado el domingo 11 de agosto de 2013).

"Preservar la Antártida para nuestros hijos es el único compromiso consecuente. Necesitamos salvar el último rincón donde aún resiste la grandeza de nuestro planeta. El único lugar donde mirarnos dentro, porque allí, como dijeron los pioneros, aún puede percibirse 'el alma desnuda del hombre'.

“Tanto el Ártico como el Antártico son lugares clave para entender la climatología pasada y futura de nuestro planeta”

cambios. Vuelve a meter el dedo en la llaga, existen muchos cambios y desgraciadamente muy poco tiempo para entenderlos 'Poder entender requiere tiempo, buenos protocolos, ideas y conocimientos aplicados a buenos experimentos. ...[] no lo olvidemos cuando vayamos a pedir que nos rindan cuentas de su trabajo a un engranaje formado por cientos de científicos que viven en el límite de las posibilidades de hacer las cosas como es debido por tiempo y por dinero'.

Como apunta Raes, presidente de la Royal Academy of Sciences de Gran Bretaña, 'La acidez que podemos llegar a alcanzar en unas décadas puede ser incluso mayor a la registrada en los últimos diez millones de años'. Resulta evidente que al modificar todos los niveles tróficos del sistema, nos vamos a topar con una incertidumbre sin precedentes, con una serie de adaptaciones fisiológicas de las que todavía sabemos muy poco, y al desaparecer algunos grupos podrían verse sustituidos por otros.

Se pregunta porque en Montreal

sente en toda la futura evolución de este lugar (y de todo el planeta). Por último, se detiene y recrea en sus propias reflexiones de la vida en el buque oceanográfico, de las visiones que ha almacenado en su memoria, de los pensamientos que pasan por su cabeza cuando está en el lugar más aislado del mundo durante tres campañas en las que ha visto cambiar muchas cosas en un periodo tan breve como son once años. Todas estas reflexiones vienen acompañadas por fotografías tomadas a lo largo de las tres campañas, lamentablemente todas en blanco y negro, y que tratan de ilustrar momentos clave de las expediciones y de los temas desarrollados en el libro.

En el último capítulo 'Visiones del último bastión virgen', se imagina el pánico que debieron de sentir, a juzgar por las leyendas transmitidas oralmente de los pueblos de Nueva Zelanda, Ui-Te-Rangiora y sus navegantes cuando se toparon con los icebergs de la Antártida, hacia el año 650 d.C. No solo ellos, sino las tripulaciones posteriores de navegantes europeos, que, sin duda, fueron

María Asunción Pastor Saavedra



Invisible in the storm: the role of mathematics in understanding weather

Ian Roulstone y John Norbury

Princeton University Press, Princeton y Oxford, 2013.

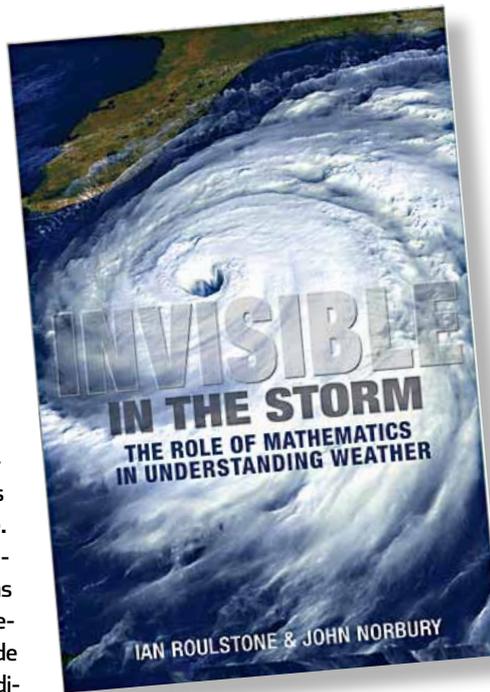
ISBN: 978-0-691-15272-1. Precio: 24,95 libras esterlinas.

Invisible en la tormenta es un libro que nos describe la historia, las ideas y los protagonistas de uno de los grandes éxitos científicos de los tiempos modernos: la predicción del tiempo. Y este libro lo hace desde la perspectiva de la utilización y desarrollo de las matemáticas. Los autores, Ian Roulstone y John Norbury, son ambos profesores de matemáticas en las universidades de Surrey y Oxford, respectivamente, y coeditores de la revista *Large-Scale Atmosphere-Ocean Dynamics*. En esta obra han realizado un exhaustivo recorrido por la historia de las matemáticas y de la física comenzando a finales del siglo XIX para mostrarnos cómo la evolución de la meteorología - y de la predicción del tiempo en particular - ha estado ligada a los desarrollos de ambas ciencias básicas.

Es bien sabido que el desarrollo de las matemáticas y de la física ha dado saltos cualitativos profundos cuando ambas disciplinas se han fertilizado mutuamente. Son ejemplos conocidos los desarrollos paralelos en geometrías no euclidianas y relatividad general, en teoría cuántica y espacios de Hilbert, en cálculo infinitesimal y dinámica celeste, etc. Sin embargo, el proceso de evolución de la evolución del tiempo condicionado al desarrollo de las ideas matemáticas y físicas no ha sido tratado con la exhaustividad que el tema merece. De hecho, algunos protagonistas de esta aventura intelectual apenas son hoy en día reconocidos en la comunidad meteorológica.

El libro comienza presentándonos al joven Vilhelm Bjerknes de dieciocho años que acompañando a su padre, el profesor de matemáticas de la Uni-

versidad de Oslo Carl Anton Bjerknes, atrajeron el interés de algunos ilustres visitantes a la prestigiosa Exposición Internacional de Electricidad que se celebró en París en 1881. Entre estos visitantes hay que mencionar a Graham Bell y Thomas Alva Edison. Los Bjerknes -padre e hijo- asombraron a los asistentes con sus experimentos sobre un tema muy en boga en aquellos años: la demostración de la existencia del éter



que debería servir de soporte físico a la propagación de las ondas electromagnéticas. Tanto es así, que sus experimentos fueron un importante tema de discusión entre la comunidad de los físicos en aquellos momentos. El joven Bjerknes desde los inicios de su carrera científica se ocupó de temas que estaban en el centro de los debates que iban a revolucionar las ciencias físicas a finales del siglo XIX y principios del XX. Vivió desde primera línea el pro-

ceso unificador de las diversas ramas de la física que hasta entonces habían tenido una evolución separada e independiente, figurando en primer lugar la unificación de la electricidad y el magnetismo en 1864 de la mano de J.C. Maxwell. El mismo Bjerknes en su tesis que defendió en 1892 aludía al proceso de unificación de la física que finalmente descansaría sobre los firmes cimientos de la "mecánica del éter". Los conceptos de "átomos de vórtices", de vorticidad y de circulación inicialmente introducidos por Lord Kelvin y que actualmente se resumen en el denominado teorema de Kelvin para los fluidos, fueron extendidos y aplicados extensivamente por Bjerknes para explicar situaciones más reales que las tratadas inicialmente por Helmholtz y Kelvin.

En el libro se recoge el contexto histórico y científico en el que Bjerknes propuso un método racional para la predicción del tiempo basado en las leyes de la física y que apareció publicado en 1904 en el famoso artículo titulado "El problema de la predicción meteorológica como un problema de mecánica y física". Este artículo introduce los principios básicos que inspiraron la evolución de la meteorología y de la predicción del tiempo -y posteriormente del clima - desde sus inicios hasta nuestros días. Aparte de los protagonistas habituales -Richardson, von Neumann, Rossby, Charney, Lorenz, etc.- que aparecen en otros libros dedicados a la historia de la meteorología, este libro paga un especial tributo a la figura del matemático francés Henri Poincaré que en el contexto de la mecánica celeste y del problema de los tres cuerpos para determinar la estabilidad del sistema solar presentó de forma muy clara los principios de lo que después

vino a denominarse y conocerse como comportamiento caótico. Poincaré en 1903 escribió sobre la impredecibilidad de ciertos sistemas mecánicos por su fuerte dependencia de su evolución con las condiciones iniciales. Para comprender estos sistemas impredecibles abogó por un enfoque que diese una idea cualitativa y global de las trayectorias por las que evolucionaba el sistema, en línea con los conceptos de atractores anómalos que se introducirían muchos años después.

Los ocho capítulos de los que consta el libro se corresponden aproximadamente con los ocho grandes saltos cualitativos que se han producido en la predicción del tiempo -y posteriormente del clima- desde finales del siglo XIX hasta nuestros días.

Comienza el capítulo 1, titulado “la fábrica de una visión”, con los antecedentes y el contexto que le llevó a Bjerknes a proponer en 1904 su idea de predicción del tiempo totalmente basada en las leyes de la física. El capítulo 2 desarrolla las ideas subyacentes a las leyes que gobiernan el comportamiento de los fluidos prestando especial atención al caso particular de la atmósfera terrestre en la que tanto la rotación como el diferente calentamiento en función de la latitud condicionan su comportamiento.

El siguiente capítulo, “avances y adversidad”, se centra en los dos grandes enfoques que han dominado la meteorología durante el siglo XX. La resolución directa de las ecuaciones de la atmósfera de la mano de L.F. Richardson y las teorías cualitativas del frente polar desarrolladas por la escuela de Bergen de la mano de V. Bjerknes. Ambos enfoques han prevalecido hasta nuestros días alineando muchas veces a los profesionales de la predicción en dos grupos claramente diferenciados: aquellos en los que prevalecía más la formación numérica asociada con la resolución de las ecuaciones y los defensores de los modelos conceptuales herederos de la meteorología sinóptica comandada por la escuela de Bergen. Los dos siguientes capítulos tratan dos temas que son consustanciales con la atmósfera y con las ecuaciones

que rigen su comportamiento y que también están en el centro de muchos problemas matemáticos en otros campos. Estos dos conceptos son: la no linealidad y la retroalimentación. En muchos casos ambos conceptos están relacionados.

El capítulo 5 -titulado “limitando las posibilidades”- se centra en la figura de Rossby y sus esfuerzos para formular unas ecuaciones que describiesen las escalas y movimientos relevantes de la meteorología sinóptica basadas en los conceptos de la escuela de Bergen. Sus esfuerzos apuntaban a reducir la formulación matemática a lo estrictamente esencial para describir dichos movimientos, en un intento simplificador que además permitiese esquivar las dificultades de resolución asociadas con las ecuaciones de la atmósfera cuando se planteaban en forma totalmente general. La aparición y desarrollos de los conceptos de vorticalidad, temperatura potencial, vorticalidad potencial, etc. estuvieron muy ligados a este esfuerzo encaminado a buscar las variables relevantes de los movimientos relevantes de la atmósfera. El capítulo 6 -“la metamorfosis de la meteorología”- describe la plasmación práctica de las ideas desarrolladas en el capítulo anterior en la primera predicción operativa en el primer ordenador -el ENIAC- que se construyó a finales de los 40’s. Las contribuciones de Charney y von Neumann fueron decisivas -y así se describen en el capítulo- para el éxito de la empresa. En palabras de von Neumann, el problema de la predicción del tiempo era “el más complejo, interactivo y altamente no lineal que concebía y que sería un desafío para las capacidades de los más rápidos ordenadores durante mucho tiempo”, cómo así ha sucedido y sucede ahora mismo. En el capítulo se describe una técnica matemática que fue esencial para llevar el proyecto a buen puerto. Se trata de la técnica de las perturbaciones. Esta técnica muy empleada en diferentes campos de las matemáticas aplicadas consiste en estudiar el comportamiento de perturbaciones relativamente pequeñas que se superponen a un estado básico de

un sistema. Este enfoque permite aplicar técnicas lineales a problemas esencialmente no lineales y facilita enormemente su resolución. Esta técnica ya había demostrado su éxito en mecánica celeste y fue decisiva también en el terreno de la predicción meteorológica.

Finalmente, los capítulos 7 y 8 -titulados “las matemáticas proporcionan el marco” y “prediciendo en presencia de caos”- nos introducen en las ideas del comportamiento caótico que dominan los procesos atmosféricos y que fueron desarrollados por Lorenz - rescatando muchas de las ideas de Poincaré- y en el actual paradigma para estudiar la evolución de la atmósfera que se basa en la predicción por conjuntos. La predicción por conjuntos -consistente en la realización de muchas predicciones realizadas bajo condiciones igualmente

En el libro se recoge el contexto histórico y científico en el que Bjerknes propuso un método racional para la predicción del tiempo

plausibles- nos permite hacernos una idea de la complejidad asociada a la dinámica del sistema y nos proporciona una visión cualitativa de los principales atractores del sistema.

En el libro se utilizan descripciones muy claras de conceptos complejos, poniendo especial énfasis en las ideas dominantes que han subyacido a la predicción del tiempo desde sus orígenes e insistiendo en su perspectiva histórica y sobre todo asociando la evolución de estas ideas y principios con la misma evolución de las ideas en matemáticas. El libro aunque está dirigido a un público no especializado -sin que esto le haya hecho perder un ápice de rigor- también muy recomendable para especialistas y profesionales ya que ofrece una visión unificadora y evolutiva de las ideas que han subyacido a la predicción del tiempo.

Ernesto Rodríguez Camino