

EXACTA

La revista de
divulgación
científica

m e n t e

Salud
Viene el
Dengue



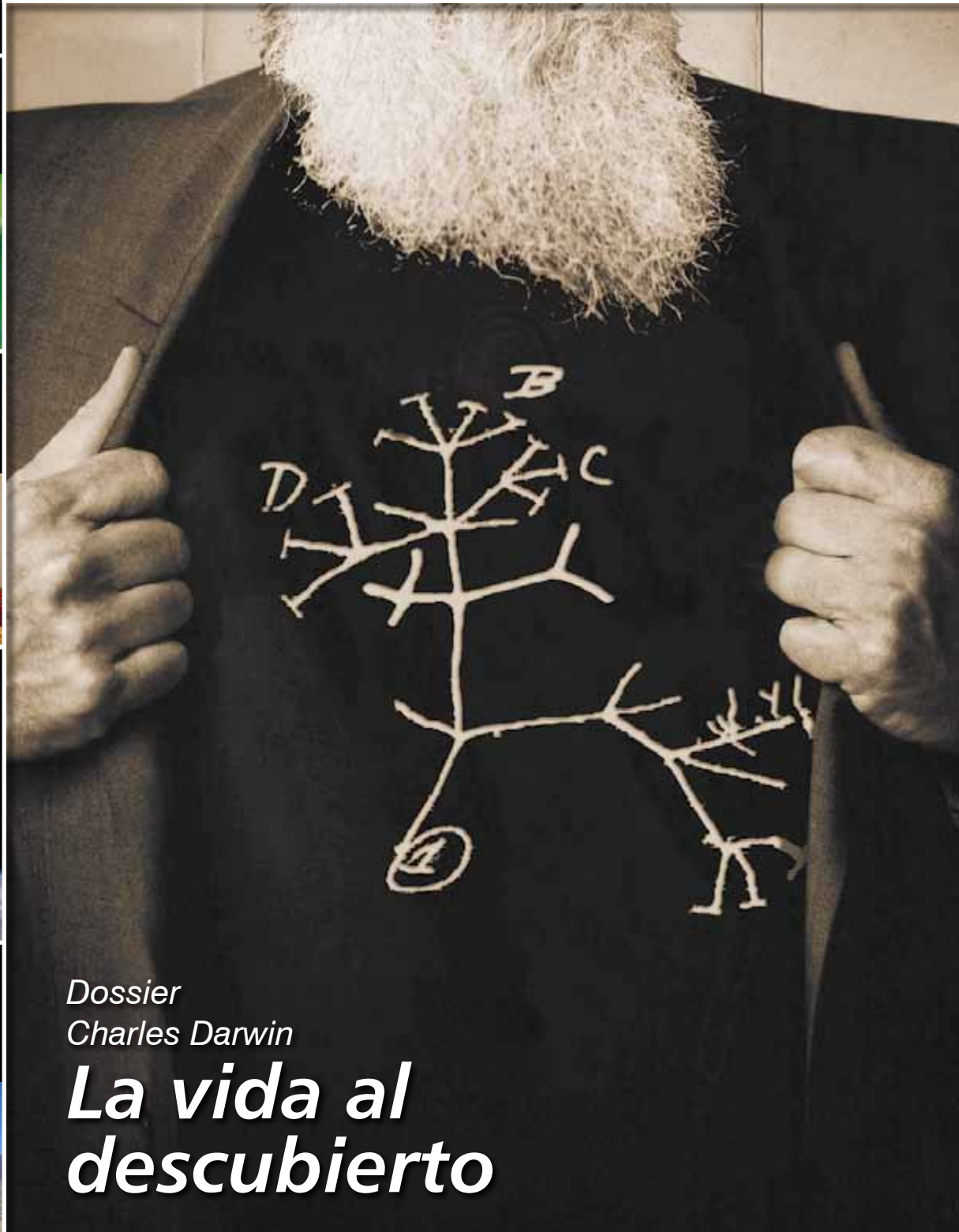
Entrevista
Alberto Rex
Gonzalez



**Planetas
extrasolares**
Los mundos
lejanos



Los Andes
Caída y ascenso
de la cordillera



Dossier
Charles Darwin

La vida al descubierto

ISSN 1514-920X



Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

Consejo editorial

Presidente

Jorge Aliaga

Vocales

Sara Aldabe Bilmes
Guillermo Boido
Guillermo Durán
Pablo Jacovkis
Marta Maier
Silvina Ponce Dawson
Juan Carlos Rebores
Celeste Saulo
José Sellés-Martínez

Staff

Director

Ricardo Cabrera

Editor

Armando Doria

Jefe de redacción

Susana Gallardo

Coordinador editorial

Juan Pablo Vittori

Redactores

Cecilia Draghi
Gabriel Stekolschik

Colaboradores permanentes

Pablo Coll
Guillermo Mattei
Daniel Paz
Gustavo Piñeiro

Colaboran en este número

Beatriz Aguirre Urreta
Guillermo Boido
Viviana Confalonieri
Guillermo Durán
Esteban Hasson
Olimpia Lombardi
Alberto Onna
Victor Ramos
Paula Vincent

Diseño gráfico

Pablo Gabriel González

Fotografía

Juan Pablo Vittori
Paula Bassi
Diana Martínez Llaser

Impresión

Centro de Copiado "La Copia" S.R.L.

EXACTamente

es propiedad de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. ISSN 1514-920X
Registro de propiedad intelectual: 28199

UBA-Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Secretaría de Extensión, Graduados y Bienestar.

Ciudad Universitaria, Pabellón II,

C1428 EHA Capital Federal

Tel.: 4576-3300 al 09, int. 464,

4576-3337, fax: 4576-3351.

E-mail: revista@de.fcen.uba.ar

Página web de la FCEyN:

http://exactas.uba.ar

Los artículos firmados son de exclusiva responsabilidad de sus autores. Se permite su reproducción total o parcial siempre que se cite la fuente.

EDITORIAL

Democracia universitaria

Durante los últimos años en las universidades públicas han crecido las iniciativas estudiantiles que demandan mayor democracia interna. Para comenzar a analizar el fenómeno, es ineludible considerar que nuestro país se encuentra viviendo un período ininterrumpido de democracia, que se convirtió en el más prolongado de la historia argentina: casi 26 años de constitucionalidad. Esto conlleva al hecho de que los alumnos actuales no habían nacido cuando por ejemplo, para ingresar a las Facultades había que presentarle los documentos a los policías que estaban en las puertas. Actualmente, al ingresar los estudiantes encuentran –por lo menos en nuestra Facultad– la lista de estudiantes, no-docentes y docentes desaparecidos durante la última dictadura militar. Pero esa lista no trasmite por sí sola la información sobre el rol que cada uno de los miembros de la comunidad universitaria cumplió durante la dictadura o cuáles eran los pormenores de la vida cotidiana en los ámbitos de estudio. La gran desinformación que tiene la mayoría de los jóvenes sobre esos años de represión permite aproximar una explicación a las expresiones que pueden escucharse desde hace algunos años, donde se compara la situación actual con aquellas que se vivían bajo el autoritarismo del gobierno militar.

A nivel universitario, estamos próximos a cumplir un período de 24 años ininterrumpidos de gobierno autónomo tripartito, lo cual es otra rareza histórica. La vida universitaria se rige actualmente por una ley cuestionada, pero nacida en democracia. Es necesario discutir otra mejor, superadora, que deje de lado la concepción mercantilista de la educación que se instaló en la década de los noventa. Debemos dedicar nuestros esfuerzos a impulsar el debate y promover los cambios, pero sin olvidarnos de que las leyes las crea y las modifica el poder legislativo como representantes de la sociedad. La autonomía universitaria no nos ubica en un sitio por sobre el resto de los ciudadanos al momento de decidir qué ley vamos a cumplir y cual no.

Un buen ejemplo de un tema conflictivo es el del gobierno universitario. Resulta claro que uno de los objetivos de la universidad es formar universitarios. La universidad pública es financiada por la sociedad toda, a través de sus impuestos. Hablar de una universidad democrática debería ser sinónimo de una institución que sirva a los intereses de la sociedad en su conjunto. Se podrá discutir cuál poder del Estado resulta más representativo de ese colectivo denominado "sociedad", si el legislativo o el ejecutivo. Pero desde sectores estudiantiles se suele decir que una universidad será más democrática si los estudiantes son mayoría en sus órganos de gobierno, dado que numéricamente son más. Entiendo que es obvio que no hay diferencia en ese sentido entre los docentes, los no-docentes o los alumnos, dado que ninguno será más representativo de los deseos de los millones de habitantes que aquellos que fueron votados en forma secreta, universal y directa.

Por todo esto, al momento de discutir una nueva ley de educación superior será oportuno determinar la forma en que la sociedad toda establezca los mecanismos de conducción de una universidad democrática a su servicio. Porque el concepto de "democracia universitaria" usado con el objetivo de que la universidad fije su propia agenda por parte de minorías sin representación en la sociedad –aunque sean mayorías circunstanciales en el ámbito académico– es solo otra muestra del autismo en que puede caer la universidad cuando se escuda en la autonomía.

Jorge Aliaga
Decano de la Facultad de
Ciencias Exactas y Naturales



GEOLOGÍA 6

► **Caída y ascenso de la cordillera de los Andes**
por Susana Gallardo



SALUD 10

► **Dengue en la Argentina**
por Gabriel Stekolschik



ASTROFÍSICA 14

► **Planetas extrasolares**
por Guillermo Mattei



EDUCACIÓN 18

► **Pilas biológicas en la escuela**
por Cecilia Draghi



SOCIEDAD 34

► **Filtros para mejorar la calidad del agua**
por Paula Vincent

DOSSIER

21



DARWIN LA VIDA AL DESCUBIERTO

- **22 Darwin resistido**
por Ricardo Cabrera
- **24 Los pies sobre la Tierra**
por Víctor A. Ramos
- **26 Los secretos de las pampas**
por Beatriz Aguirre Urreta
- **28 Darwin hoy**
por Viviana Confalonieri
- **30 Darwin para los argentinos**
por Alberto Onna
- **32 Revolución**
por Estaban Hasson



EPISTEMOLOGÍA 37

► **El racionalismo científico (primera parte)**
por Guillermo Boido y Olimpia Lombardi



ENTREVISTA 38

► **Alberto Rex González**
por Susana Gallardo



ACTUALIDAD 42

► **Gripe A: El camino hacia la vacuna**
por Gabriel Stekolschik



VARIEDADES 45

► **Las enseñanzas del Maestro Ciruela**
Mitos del laboratorio
Plomada misteriosa



OPINIÓN 47

► **El legado de Alfonsín**
Por Guillermo Durán

ADEMÁS

- **46. Preguntas**
- **48. Biblioteca**
- **49. Microscopio**
- **50. Juegos**

Cordillera de los Andes

Ascenso y caída del gigante americano

La cordillera no sólo está viva y en pleno crecimiento, manifestado claramente en los sismos y las erupciones; sino que también pierde altura en algunas regiones. La forma en que el fondo oceánico del Pacífico se sumerge bajo el continente sudamericano sería la clave de estos procesos. ¿Cuál es el futuro de la espina dorsal de Sudamérica?

Gabriel Rocca



La Payuniá, al sur de Mendoza, en el Departamento de Malargüe, cuenta con más de 800 conos volcánicos.

por Susana Gallardo
sgallardo@de.fcen.uba.ar

Con sus ocho mil kilómetros de extensión, la cordillera de los Andes está viva y palpitante, y lo demuestra con signos inefables: las erupciones volcánicas y los terremotos que se producen cada tanto. Está en plena elevación, y ello conduce, también, a que sea cada vez más angosta. Por tal motivo, Chile y la Argentina se están acercando, a razón de 19 milímetros por año; y dentro de algunos millones de años, la ciudad de Mendoza podría quedar suspendida a tres mil metros de altura.

Lo raro, sin embargo, es que la cordillera no se comporta de manera uniforme. Algunas porciones, en lugar de ascender, pierden altura. Por ejemplo, al sur de Mendoza y norte de Neuquén, a lo largo de unos 300 kilómetros, los Andes están en descenso.

Los geólogos dicen que, en esa zona, la cordillera se “desploma”. Claro, ellos hablan en términos geológicos, es decir, piensan en transcurros de millones de años. En realidad, el proceso no es visible para el ojo humano: la tasa de ascenso o de caída es de uno o dos milímetros por año. “A ese ritmo, se necesitaría un millón de años para caer mil metros, y tres millones de años para desaparecer totalmente”, estima el doctor Víctor Ramos, director del Laboratorio de Tectónica Andina, de

la FCEyN. Pero aclara: “Lo más probable es que se establezca y no se siga cayendo”.

En San Juan, una región en pleno levantamiento, el promedio es de un milímetro por año, según las mediciones. Se trata de una zona muy activa, con terremotos frecuentes, algunos devastadores como el de San Juan, en 1944, que destruyó esa ciudad y en el que murieron más de cinco mil personas, o el de Caucete, en 1977. En este último caso, luego del episodio, se registró un ascenso de 1,20 metros en la sierra Pie de Palo.

Con el fin de predecir terremotos, esa sierra se encuentra monitoreada en forma minuciosa y exhaustiva por un posicionador satelital (GPS) de alta resolución que permite medir con precisión los ascensos. Ese equipo permite detectar cualquier variación en la mecánica de alzamiento que pudiera dar lugar a un sismo.

Darwin fue el primero

¿Cuándo se empezó a tomar conciencia de que los Andes se estaban moviendo? El primero en darse cuenta fue el naturalista Charles Darwin, en su paso por Sudamérica, en 1835. El creador de la Teoría de la Evolución se percató de que había una relación de causa y efecto entre los terremotos, los volcanes y las zonas activas de crecimiento de las montañas.

La idea era muy novedosa y, por supuesto, no fue tenida en cuenta. Para ello, debieron pasar más de cien años. Primero se debía afianzar la teoría de tectónica de placas, en la década de 1960. “Lo cierto es que recién en el año 1970 se comenzó a saber cómo funcionan los Andes”, señala Ramos, que fue distinguido con el Premio Bunge y Born 2009.

Hubo ciertos indicios que llamaron la atención del joven Darwin, y lo llevaron a pensar que la cordillera estaba “viva”. En ese año de 1835, el naturalista fue testigo de la erupción del volcán Osorno, al sur de Chile. Él se encontraba en ese momento en la isla de Chiloé. A las pocas semanas, viajó a la ciudad de Concepción, sobre el Pacífico, que acababa de sufrir un terremoto devastador, que también había afectado a la ciudad de Valdivia. Al recorrer la zona, Darwin observó que una capa de conchillas del fondo del mar se había depositado a unos tres metros por encima de la superficie marina. Ese depósito estaba maloliente y putrefacto, lo que indicaba que era reciente.

Recordó haber observado algo similar en Chiloé, donde los mejillones de la playa aparecían a 15 metros de altura sobre el nivel del mar. Entonces, Darwin empezó a pensar que los terremotos son un mecanismo de levantamiento de las montañas. Dado que los volcanes siguen actuando, la conclusión era que la cordillera sigue activa.

Víctor Ramos, que empezó a trabajar en los Andes en la década de 70, observó los mismos indicios que habían llamado la atención del naturalista británico. “Lo que uno hace cuando estudia la cordillera es lo que se denomina reconstrucción palimpástica, es un viejo principio de la geología, que es llevar el terreno a la situación no deformada, previa a la formación de las montañas; los pliegues se planchan, y cada punto cae en el lugar correspondiente al nivel del mar o al nivel de los ríos y lagunas en donde se depositaron los sedimentos que hoy forman las rocas”, indica Ramos, y prosigue: “Con ese ejercicio, uno puede saber cómo era la situación de la zona, y qué mecanismos llevaron a su levantamiento”.

Por otra parte, conociendo la edad de los fósiles y la altura a la que aparecen, se puede deducir la velocidad de ascenso de los Andes.

Historia del ascenso

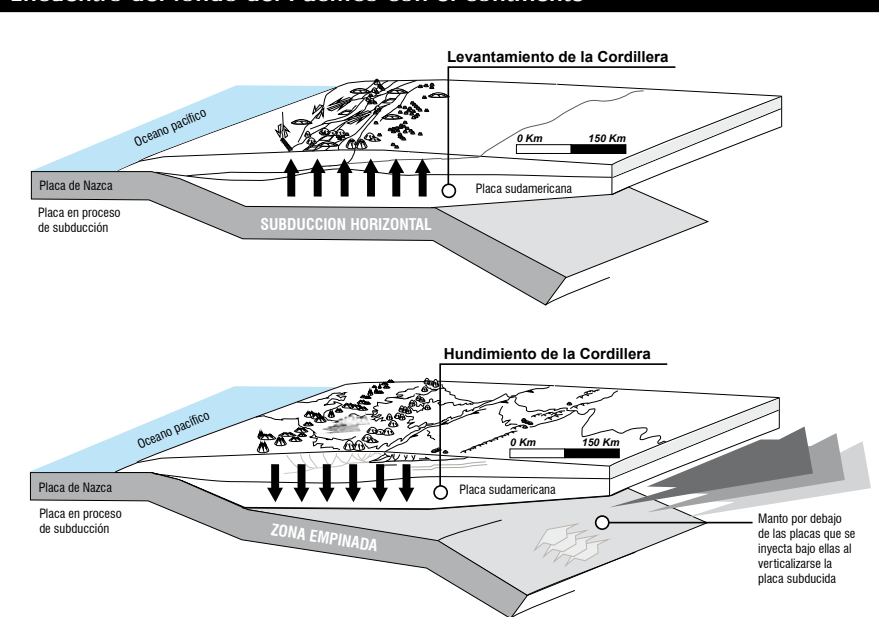
Lo cierto es que la cordillera no sólo está viva, sino que es más antigua de lo que se pensaba, y tuvo varias etapas de ascenso. A partir de los años 90 se comenzó a conocer la historia en detalle a partir de cuantificaciones directas del alzamiento. “Las primeras fases de levantamiento se produjeron hace 120 millones de años; hubo una segunda fase hace 90 millones, una tercera a los 35 millones, y la última, hace 12 millones. Esos momentos de ascenso se han alternado con largos períodos de estabilidad”, explica el doctor Andrés Folguera, investigador en el Departamento de Ciencias Geológicas de la FCEyN.

“Los Andes, como barrera, no parecen haber existido en forma continua, sino que hubo períodos en que fueron arrasados por procesos de desplome, propiciados por fracturas”, dice Folguera. Hace algunos millones de años, la Patagonia no era desértica, sino húmeda, lo que sugiere que, en esa etapa, los Andes no conformaban una barrera a los vientos húmedos pacíficos. Esa condición se puede comprobar mediante el análisis de la proporción de ciertos elementos químicos en los suelos fósiles.

Según asegura Folguera, “los Andes son episódicos, tienen una historia dilatada en

PROCESO DE SUBDUCCIÓN

Encuentro del fondo del Pacífico con el continente



El fondo oceánico del Pacífico se introduce por debajo de la placa continental de Sudamérica (proceso de subducción). Hay períodos (millones de años) en que el plano de subducción es casi horizontal, y ello se corresponde con una etapa de levantamiento. En otros, el plano tiende a ser más vertical, entre 30 y 45 grados, y ello genera el desplome de la cordillera.



Productos volcánicos asociados a las fracturas generadas por el derrumbe incipiente de la cordillera en el norte de Neuquén.

el tiempo, y no sólo son desgastados por la erosión, sino que también se derrumban, como un edificio, porque estructuralmente son inestables”.

Desde hace años los investigadores comenzaron a reconocer en el terreno las cicatrices que dan cuenta de ese derrumbe. Luego estudiaron la información sísmica de las profundidades para confirmar su hipótesis. “Tenemos un mapa confiable de cuáles son aquellas cicatrices que dan cuenta del desplome a la altura del sur de Mendoza y Neuquén”, subraya.

Hasta hace poco, las razones de ese descenso eran motivo de discusión para el caso de los Andes del sur. Ahora, sin embargo, Folguera y Víctor Ramos han propuesto una explicación del fenómeno, que estaría relacionado con el hecho mismo que da origen a la cordillera: la convergencia de placas tectónicas, que son los fragmentos de la corteza terrestre que se desplazan en forma continua, por encima del manto. La placa que conforma el fondo del Pacífico (placa de Nazca) penetra bajo el continente sudamericano. A su vez, la placa donde se asienta Sudamérica se desplaza hacia el oeste con una velocidad de dos centímetros por año. Es una conjunción de dos procesos.

El proceso de subducción también da origen al volcanismo. La placa de Nazca, en su viaje hacia el interior de la Tierra, penetra en zonas donde la temperatura y la presión llegan a ser tan altas que las rocas del fondo oceánico liberan el agua contenida en la estructura de sus minerales. El agua a estas condiciones de presión y temperatura actúa como fundente. Así, se generan materiales líquidos y gaseosos

a alta temperatura (magma) que migran hacia arriba, hasta alcanzar la superficie y ser expulsados en forma violenta a través de aperturas del terreno.

La palanca andina

En opinión de estos investigadores, lo que determinaría el ascenso o la caída de los Andes sería el ángulo que adopta la placa oceánica al sumergirse debajo del continente. Hay etapas, de millones de años, en que ese ángulo es pequeño, y la placa se mantiene en posición casi horizontal. Entonces, como una palanca, levanta la cordillera. En otros momentos, o en ciertos segmentos de la cordillera, la placa se hunde en forma casi vertical. El resultado: los Andes pierden sostén y se “caen” muy lentamente, a razón de un milímetro por año.

“Identificamos dos fases de desplome: una hace 26 millones de años, y la otra, hace unos cinco o seis millones de años”, indica Folguera. En el sur de Mendoza y norte de Neuquén, la ola de levantamientos se ha interrumpido hace seis millones de años. A partir de ese momento, esa zona comenzó a perder altura. Justamente, el ángulo de subducción es de 30 a 45 grados. En cambio, los Andes de San Juan y el norte de Mendoza están en levantamiento activo, con sustentación máxima, y el ángulo se acerca a cero.

Pero ¿por qué cambia el ángulo de subducción? Para explicarlo, el geólogo compara la cordillera con un iceberg, que flota gracias al espesor de la parte sumergida, su raíz. Si esa raíz se adelgazara, el tém-

pano se hundiría. Algo similar ocurre con las montañas. “Las zonas de subducción horizontal, aparentemente, se generan cuando la corteza oceánica es más ancha que lo esperado. Entonces esa corteza flota más. Lo que sucede en San Juan y Mendoza es que el fondo oceánico es excepcionalmente ancho. El ascenso va a durar mientras se mantenga ese espesor; cuando la corteza comience a ser más delgada, el ángulo se va hacer más vertical”, explica. Hay imágenes sísmicas del norte de Neuquén que indican que la corteza está adelgazada en la zona de máxima fracturación superficial, y lo mismo se observa al sur de Mendoza.

Cicatrices del derrumbe

¿Cómo se sabe que los Andes están descendiendo en el sur de Mendoza? Según los investigadores, se ven las cicatrices del proceso en el terreno. Por ejemplo, hay saltos en la planicie de los ríos, que pueden tener entre 2 y 5 metros de altura, que

EL HIMALAYA DESCENDE

La cadena del Himalaya ha tenido una historia diferente de la de los Andes. Mientras que la gran cordillera americana se originó por un proceso de subducción, y por ello es rica en fenómenos volcánicos, el Himalaya se formó por la colisión de placas tectónicas, como los Alpes, y posee escasa actividad volcánica.

La cadena del Himalaya se formó primero por subducción de fondo oceánico, al igual que los Andes, hace unos 120 millones de años. Pero, a partir de los 52 millones de años, la India, que estaba junto a la Antártida en el supercontinente de Pangea, se separó de esa configuración, y chocó contra la placa Euroasiática. A partir de ese momento, el Himalaya pasó a ser una cadena de colisión.

Lo cierto es que ahora “el techo del mundo” también está sufriendo un descenso, porque, finalizado el proceso de colisión, las placas ya no ejercen presión.



afectan a rocas jóvenes, depositadas hace menos de mil años. Esos escalones son una evidencia del descenso de la cordillera. Una de esas cicatrices, en la zona San Rafael, es el salto o cascada de El Nihuil, donde está construido el embalse, al comienzo del Cañón del Atuel.

El proceso de descenso también se puede conocer mediante la información del subsuelo que brinda el estudio de las ondas sísmicas, ya sean naturales o artificiales. Para estudiar estructuras profundas, los geólogos esperan los sismos naturales. Pero para analizar estructuras superficiales, se inducen sismos mediante golpes en el terreno.

Mediante la técnica denominada sísmica de reflexión, se analizan las ondas sísmicas, generadas en forma artificial, que se reflejan (rebotan) en el interior de la Tierra y la “iluminan”, al ser medidas en receptores. “Esa reflexión permite reconstruir la geometría del fondo terrestre. Es como una tomografía, que permite visualizar las discontinuidades de la corteza”, dice Folguera.

La velocidad de las ondas sísmicas depende, entre otras cosas, de la rigidez de los materiales, que tiene que ver con su temperatura. En el proceso de subducción, los materiales que se generan en superficie se sumergen a mucha velocidad (unos 6 a 7 centímetros por año), y están mucho más fríos que el manto que los circunda, lo que incide en la velocidad de las ondas sísmicas. Midiendo esa velocidad, se puede visualizar el material que está cayendo hacia el interior de la Tierra y, en consecuencia, el ángulo que forma.

“Si es correcto lo que nosotros interpretamos, y en el pasado se dieron las mismas condiciones, entonces esos descensos se tienen que haber producido en distintos momentos. La cordillera tuvo grandes pulsos de levantamiento, y etapas en que se estuvo cayendo”, reflexiona Ramos, cuyo equipo de investigación es el único en Sudamérica que estudia la tectónica de los Andes, aunque sí hay grupos en centros de investigación de los Estados Unidos y Europa.

Los momentos de colapso son cortos, pueden durar unos seis millones de años. Pero, antes de que se complete el hundimiento, la zona de subducción puede cambiar de ángulo y, en consecuencia, la caída se revierte. De todas maneras, según



Juan Pablo Vittori

Andrés Folguera y Víctor Ramos, director del Laboratorio de Tectónica Andina. Ambos son investigadores del Departamento de Ciencias Geológicas de la FCEyN.

Folguera, “hubo procesos de descenso que probablemente hayan barrido a los Andes de la faz de la Tierra”.

Por otro lado, cuando una zona de subducción horizontal comienza a hacerse vertical, se ha observado que el desplome se inicia en las áreas más orientales, en este caso, las cercanas a la Pampa, y luego los sectores más occidentales. Esto se pudo determinar por la edad de las rocas volcánicas asociadas a las fracturas. “Son más viejas en la región oriental, y progresivamente más jóvenes a medida que nos acercamos a la cordillera principal”, relata el geólogo.

La pista de los volcanes

Tanto el ascenso como el descenso de la cordillera están acompañados por actividad volcánica. Pero esa actividad, en cada caso, es muy diferente, y es posible distinguirla por la composición química de la lava. Cuando la cordillera desciende, el magma, compuesto de roca basáltica, brota a través de las cicatrices, y se derrama en numerosos conos volcánicos de baja altura.

Un ejemplo típico de zona de “desplome” es la Payunia, al sur de Mendoza, en el Departamento de Malargüe, que cuenta con más de 800 conos volcánicos. Los investigadores cuentan con un mapa con las edades de formación de esos conos, que no poseen más de dos millones de años, y están asociados con un descenso del terreno. Además, la gran cantidad de volcanes y su baja altura es algo característico de zonas que se están fracturando, porque el

magma se dispersa en esas fallas y se distribuye generando pequeños centros.

Se sabía que los basaltos de la Payunia tenían un origen vinculado al descenso de los Andes. Pero recién ahora, gracias a los trabajos de Ramos y su equipo, fue posible explicar el mecanismo, y determinar que ese proceso se vino desarrollando durante los últimos tres millones de años.

Cuando la cordillera asciende, la corteza se comprime, y el magma, al no encontrar espacio suficiente para elevarse, tarda mucho en llegar a la superficie. Esa mayor permanencia en el interior de la Tierra produce modificaciones en el magma basáltico original, que se va mezclando con otros materiales que se funden. El resultado es una lava con alto contenido de sílice.

“Los volcanes que se producen durante un proceso de compresión tienen características muy diferentes de los que se generan sin tener tiempo de evolucionar”, dice Ramos. Además de la composición química de la lava, las características del cono volcánico son diferentes. En las áreas de desplome, se produce como un sarpujido de pequeños conos, mientras que en las zonas de compresión, los volcanes alcanzan mayor altura.

¿Qué fisonomía tendrá la cordillera de los Andes dentro de millones de años? ¿Desaparecerá la ciudad de Mendoza? ¿Neuquén tendrá salida directa al Pacífico? La clave de ese destino se encuentra a muchos kilómetros de profundidad. De todos modos, suceda lo que suceda, no estaremos para comprobarlo. |

Dengue en la Argentina

Estamos perdiendo la batalla

por Gabriel Stekolschik | gstekol@de.fcen.uba.ar

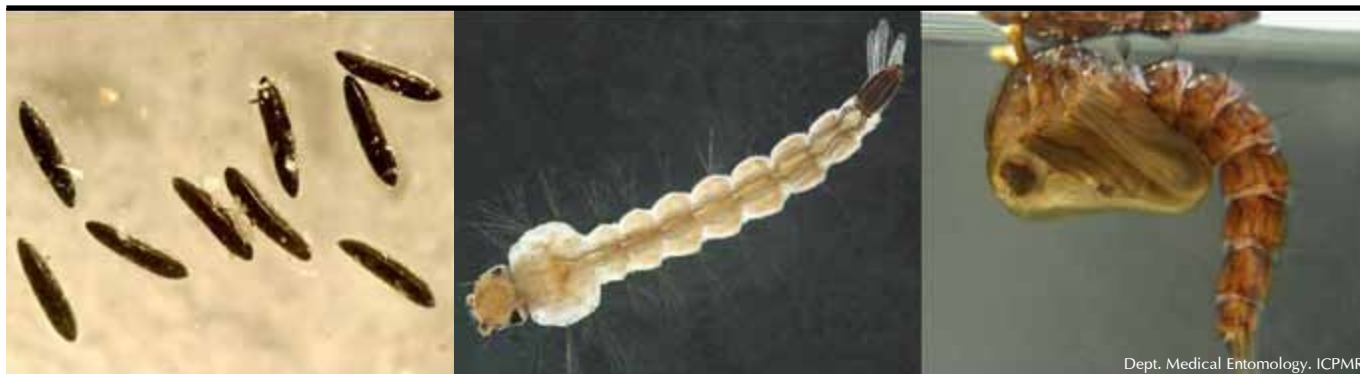
Todavía no llegó el verano pero comenzaron a difundirse algunos alertas ante el peligro que suponen los Aedes aegypti y el dengue que transportan. Estos mosquitos ya empezaron a pulular y, de acuerdo con la perspectiva de varios especialistas, la situación sanitaria va a ser complicada si no se toman medidas de forma inmediata.

Con la tranquilizadora certeza de la Crepetición, el final del invierno en Buenos Aires nos deja ver, una vez más, la clásica pintura de esta época: dibujados sobre el fondo gris de la ciudad e iluminados con un sol todavía muy tenue, algunos árboles semidesnudos se alzan hacia el cielo desde veredas salpicadas de hojas muertas. Y en los parques, los jardines y las plazas, se delinear pinceladas de pasto sobre la tierra seca.

Pero cualquier típico paisaje invernal dejaría fuera de la vista un elemento que, debido a su tamaño minúsculo, sería imposible representar en perspectiva. Un componente del cuadro que, por su inmensa cantidad, llenaría de manchas un dibujo que abarcará a toda el área metropolitana.

James Gathany





La gran mayoría de los huevos comenzará a desarrollarse con los primeros calores. Primero se transformarán en larvas, luego en pupas y, finalmente, en mosquitos adultos.

“Hoy la ciudad está llena de huevos del mosquito *Aedes aegypti*”, grafica el doctor Darío Vezzani, investigador del Conicet en la Unidad de Ecología de Reservorios y Vectores de Parásitos, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Es así. Si no fue lavado adecuadamente, cualquier trasto o construcción que haya almacenado agua durante el último otoño, probablemente estará repleto de huevos del vector del dengue.

Es posible que algunos de estos huevos hayan muerto. Pero, la gran mayoría comenzará a desarrollarse con los primeros calores. Primero se transformarán en larvas, luego en pupas y, finalmente, en mosquitos adultos. Si el insecto chupa la sangre de una persona infectada con el virus del dengue, llevará consigo al agente infeccioso y, entonces, podrá transmitirlo a otro ser humano en una próxima picadura.

“Están dadas las condiciones para que haya una nueva epidemia de dengue en cualquiera de los próximos veranos”, advierte Vezzani, y explica: “Por un lado, hoy los niveles de abundancia del mosquito pueden ser iguales o mayores a los del año pasado. Por otro lado, hay países vecinos con dengue endémico, es decir, pueden ingresar al país individuos con el virus en la sangre”.

Secuelas de las batallas

A mediados de junio de este año, el Ministerio de Salud de la Nación declaró el final de la epidemia de dengue. Según cifras de ese organismo oficial, los casos confirmados autóctonos —es decir, las personas que se infectaron en nuestro país— fueron 25.989, con un total de cinco fallecimientos. “Es la primera vez que se producen muertes por dengue en la Argentina”, señala el médico infectólogo Alfredo Seijo,

jefe del Servicio de Zoonosis del Hospital Muñiz. “Y, por primera vez en la historia, Buenos Aires tuvo un brote autóctono de dengue”, completa.

Los especialistas coinciden en que los casos reales pueden haber sido muchos más que los confirmados oficialmente: “Se dice que por cada caso confirmado puede haber entre cinco y cincuenta infectados”, sugiere Seijo, y aclara: “Porque algunas personas cursan la enfermedad con poca sintomatología y otras ni siquiera tienen síntomas”.

Los informes oficiales también dicen que “todos los casos reportados en el país corresponden al serotipo DEN-1”, lo cual significa que, de los cuatro tipos de virus de dengue que se conocen, sólo uno de ellos fue el responsable de la epidemia. Esto, a su vez, quiere decir que las personas que se infectaron durante esta epidemia ahora poseen anticuerpos contra ese serotipo y, por lo tanto, son inmunes a una nueva infección por el DEN-1. Pero, también indica que, si son infectados por alguna de las otras cepas del virus, quienes padecieron la enfermedad —con o sin síntomas— son susceptibles de sufrir la forma grave de dengue, que puede ser mortal.

“Tratamos de no hablar más de ‘dengue hemorrágico’ sino de ‘dengue grave’, porque el dengue grave puede o no provocar hemorragias y porque la gravedad puede estar dada por otros síntomas, como falla hepática grave o distrés respiratorio, sin manifestaciones hemorrágicas”, aclara Seijo, y revela: “Algo interesante desde el punto de vista médico es que los análisis de laboratorio muestran que algunos de los fallecidos durante esta epidemia nunca habían estado expuestos a otro serotipo viral, fallecieron por la infección primaria. Es decir que en una población que tiene dengue por primera vez puede haber casos graves”.

Un trabajo científico publicado en 2008 por Darío Vezzani y Aníbal Carbajo, ambos de Exactas, deja en claro que, además de los afectados por la última epidemia, hay más habitantes de nuestro país con riesgo de sufrir dengue grave: “Desde 1998 hasta 2007 hubo 4.718 casos confirmados de dengue, que fueron provocados por DEN-1, DEN-2 y DEN-3”, consigna Vezzani, y añade: “El DEN-4 todavía no estuvo en el país”.

¿Estrategia fallida?

En tanto no haya una vacuna, el dengue no puede erradicarse. Tampoco hay medicamentos que lo curen. Los expertos señalan que, por el momento, lo único que puede hacerse es controlar el vector de la enfermedad, es decir, tratar de reducir el nivel de abundancia del mosquito *Aedes aegypti*. Para ello, hay que eliminar los criaderos del insecto.

“En teoría parece simple, porque se trata de algo tan sencillo como dar vuelta los tachitos. Pero, en la práctica es sumamente complicado, porque no solo requiere de la participación de la sociedad sino, también, de la intervención del Estado. Porque, aunque cada uno de nosotros elimine los criaderos de su casa, hay baldíos, depósitos de chatarra y muchos otros lugares de cría que están fuera de nuestro alcance”, ilustra Vezzani. “Además, tiene que haber educación”, agrega.

Para el especialista, uno de los mayores obstáculos para que funcione una campaña de prevención “es el descreimiento de la gente hacia las autoridades de turno”. Seijo coincide: “Si las autoridades niegan la epidemia mientras usted ve que hay casos de dengue por todos lados, usted empieza a desconfiar de lo que le dicen que tiene que hacer y, obviamente, no lo hace”.

EL CASO CLORINDA

Clorinda, localidad de Formosa con casi 50 mil habitantes, se sitúa en una zona de alto riesgo de dengue y, lejos de estar aislada, se caracteriza por su comunicación y tránsito permanente con Asunción, la capital de Paraguay. Ambas están unidas por un puente internacional y, si bien la relación es estrecha, han logrado vivir realidades diferentes en tiempos difíciles. Mientras en el país hermano, en el año 2007, hubo 28.000 casos notificados, en la localidad argentina se registraron sólo 21. No se cerraron las fronteras para impedir la infestación masiva del mosquito *Aedes aegypti* entre los pobladores formoseños, sino que ellos habían comenzado en 2003 a participar, en su propia defensa, en un trabajo en conjunto con distintas entidades.

Se trató de un programa intensivo que redujo significativamente el riesgo en épocas de azote del mal en la región, como 2007, y hasta pudo eliminarlo. “Los casos reportados declinaron de 10,4 cada 10.000 habitantes en el año 2000 a cero casos entre 2001 y 2006, y luego subieron a 4,5 por cada 10.000 en 2007. En ese año, en la vecina Paraguay, la incidencia de dengue fue casi 30 veces mayor que en Clorinda”, indicaron Ricardo Gürtler y Fernando Garelli, del Laboratorio de Eco-Epidemiología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y el Conicet, y Héctor Coto, de la Fundación Mundo Sano, en un estudio publicado en *PLoS Neglected Tropical Diseases*.

¿En qué consistió el plan? Visitar casa por casa, informar cómo combatir el mosquito, y colocar larvicidas en los tanques, entre otras acciones, que se repitieron cada cuatro meses a lo largo de cinco años. Este proyecto fue liderado por la Fundación Mundo Sano, en cooperación con el Ministerio de Salud de la Nación, el municipio de Clorinda, y el Centro de Investigaciones de Plagas e Insecticidas (CITEFA/Conicet).

por Cecilia Draghi

Mientras la Organización Panamericana de la Salud (OPS) propone controlar el vector mediante acciones centradas en la participación comunitaria y la educación en salud, el dengue avanza. “La estrategia de control del vector está fracasando en todo el mundo, por eso cada vez hay más países que se incorporan al área de transmisión del dengue. Estamos perdiendo la batalla contra el dengue porque las estrategias no son adecuadas. Brasil, por ejemplo, que cuenta con un presupuesto interesante para el control del vector, que posee tradición en la lucha contra el dengue y cuya población está concientizada, sufre mucha mortalidad por esta enfermedad y cada vez tiene más casos”, observa Seijo, y opina: “Nadie duda de que la participación comunitaria es muy importante, pero no deja de ser una frase bien intencionada. Porque requiere de una sociedad receptiva, una sociedad para la cual haya un problema real y, a veces, desde nuestro punto de vista, lo que creemos que es un problema para la sociedad en realidad no lo es. Por ejemplo, creemos que el Chagas es un problema, pero después comprobamos que, para la sociedad que lo padece no lo es, porque está preocupada por otras cuestiones, como la tuberculosis o la desnutrición. Por otra parte, me parece que hablar de participación comunitaria es diluir el problema transfiriendo la responsabilidad a la comunidad”.

Clorinda, Formosa

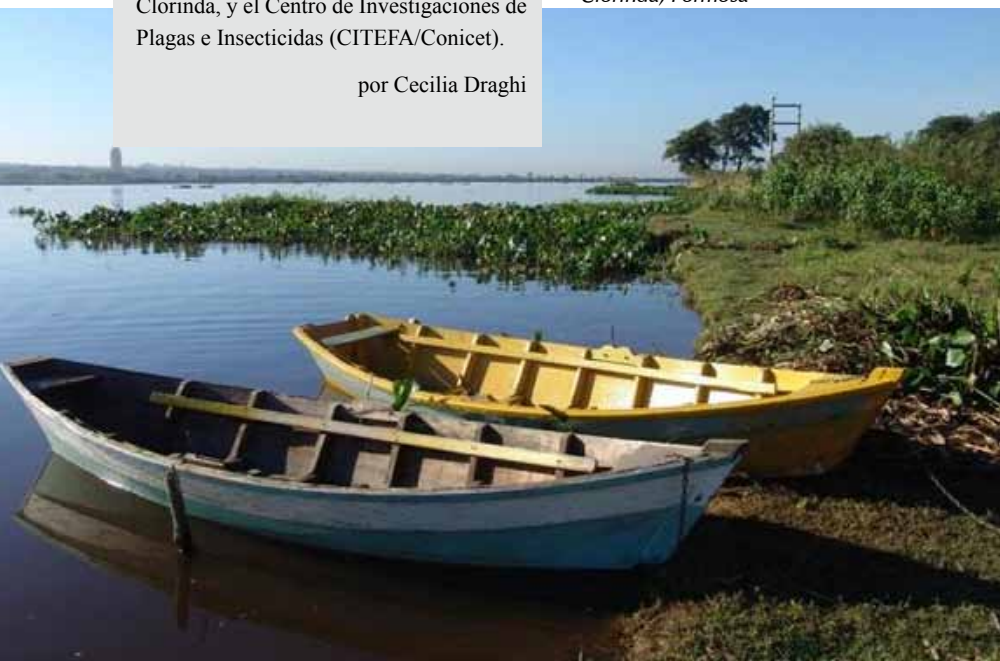
Balas de salva

No fue la participación comunitaria sino una concepción verticalista de acción sanitaria la estrategia que eligieron las autoridades argentinas a partir de 1955 para, finalmente, en 1963, lograr la erradicación del *Aedes aegypti* de nuestro país. Se ingresaba en los domicilios a buscar criaderos de *Aedes* y se realizaba fumigación con DDT, un insecticida de amplio espectro y con alto poder residual.

Por sus efectos tóxicos sobre el ambiente, el uso domiciliario del DDT fue prohibido en nuestro país en 1998. Actualmente, los insecticidas que se utilizan para fumigar poseen una eficacia relativa, pues tienen efecto a corto plazo y sólo sirven para eliminar a los mosquitos adultos. Además, su empleo abusivo puede generar insectos resistentes al veneno. Por eso, su uso está recomendado en casos de emergencia, cuando el brote epidémico ya se ha iniciado.

Mientras se escribe esta nota, un equipo de investigadores del Centro de Investigaciones de Plagas e Insecticidas (Cipein) del Conicet, anuncia la firma de un convenio con un laboratorio local para iniciar la producción a gran escala de una nueva fórmula que, según los científicos argentinos –autores del novedoso desarrollo–, es capaz de eliminar no sólo a los mosquitos adultos sino, también, a sus larvas.

En cualquier caso, los expertos insisten en que la aplicación de insecticidas es un paliativo y que debe ser considerada como el último recurso, cuando el brote se ha declarado. En esta última instancia, otro factor esencial para mitigar los efectos de la epidemia es el médico del primer nivel de atención. Sin embargo, según Seijo, el dengue siempre se subestimó en la Argentina y esto ha llevado a un déficit de conocimiento en los profesionales de la salud: “Cuando comenzó la epidemia fue un caos. No se tenían en cuenta cuestiones tan básicas como que hay que hidratar al paciente, o buscar los signos de alarma



que advierten sobre el riesgo de que la enfermedad progrese a la forma grave. El dengue grave tiene muy baja mortalidad si se lo detecta en el primer nivel de atención. Cuando el paciente llega a terapia intensiva, ya es tarde”.

Paradigmas antibélicos

El empleo de metáforas bélicas es algo muy frecuente en el campo de la salud. Por ejemplo, se habla de combatir, luchar, atacar, vencer o derrotar a la enfermedad. Pero, para el doctor Nicolás Schweigmann, investigador del Conicet y director del Grupo de Estudio de Mosquitos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, esta concepción es desacertada porque “deja de lado la idea de prevención”. En este sentido – explica– si el paradigma es “combatir” al mosquito, se está automáticamente pensando en fumigar y, por lo tanto, se está ubicando la situación en el ámbito de la epidemia. “Y de lo que se trata es de prevenir, es decir, de crear las condiciones para que los mosquitos no puedan criarse”, afirma.

Enérgico defensor de la participación social como herramienta de prevención, Schweigmann critica el enfoque verticalista de la campaña de erradicación del 55: “Era otro contexto político”, aclara, y desmitifica: “Probablemente, más que al DDT, el éxito se debió a que había muy poco *Aedes aegypti*, porque fue una época de bajas temperaturas. De hecho, en la Capital Federal, en aquellos diez años de campaña, el Ministerio de Salud revi-

só 200 mil viviendas y sólo encontró el mosquito en seis casas. Hoy, una de cada diez viviendas tienen *Aedes aegypti*”, considera, y amplía: “Además, otro factor que posiblemente ayudó a erradicar el mosquito fue la epidemia de poliomielitis del 56, porque la gente se asustó mucho y extremó las medidas de limpieza”.

Schweigmann también critica lo que él denomina el “paradigma químico”, es decir, la idea dominante de que para cada problema de salud se busque una sustancia “mágica” que lo resuelva: “Las autoridades hablan de prevención y después compran 50 máquinas para fumigar. Le echamos ‘flit’ y ya está”, ironiza. “Es como el alcohol en gel y la gripe. Se sabe que el lavado con agua y jabón es suficientes para prevenir, pero creemos que necesitamos el producto mágico que nos cure. Este paradigma sólo favorece a las grandes industrias”, opina, y remarca: “El gran problema es la falta de educación”.

Precisamente, para Schweigmann, el desconocimiento acerca del mosquito *Aedes* tiene relación con que el tema no suele estar incluido en los planes de estudio: “Cuando se incluye en la currícula, está tratado como ‘dengue’, y esta palabra es una barrera conceptual, porque refiere a la enfermedad y no a la prevención. El tema debería ser ‘mosquitos’ –sugiere– porque el problema es el insecto, al cual dejamos proliferar en nuestra casa”.

La falta de conocimiento llega, incluso, a los propios responsables del control del vector: “Me he encontrado con autoridades que se encargaban del tema y que pensaban que el mosquito se criaba en el pasto. Incluso un Secretario de Salud, que después fue Ministro, utilizaba el diario Clarín como bibliografía. Es más, ahora algunas autoridades están diciendo que controlaron el dengue y, en realidad, es el clima el que lo controló”, ilustra el experto.



*En tanto no haya una vacuna, el dengue no puede erradicarse. Lo único que puede hacerse es tratar de reducir el nivel de abundancia del mosquito *Aedes aegypti*. Para ello, hay que eliminar los criaderos del insecto.*

“Esto, en la práctica, es sumamente complicado porque no solo requiere de la participación de la sociedad sino, también, de la intervención del Estado. Aunque cada uno de nosotros elimine los criaderos de su casa, hay baldíos, depósitos de chatarra y muchos otros lugares de cría que están fuera de nuestro alcance”.

Mejor prevenir que curar

El *Aedes aegypti* reingresó a nuestro país en 1986 y desde 1998 ha provocado varios brotes de dengue. Que ocurra una nueva epidemia dependerá de las condiciones climáticas. Pero también dependerá de las acciones (u omisiones) de la sociedad en su conjunto.

Limpiar con una esponja cualquier recipiente que pueda haber contenido agua durante el último otoño para eliminar los huevos que pudieran estar adheridos y, si está a la intemperie, darlo vuelta, para que no se vuelva a llenar con agua de lluvia. De igual manera, eliminar los trastos innecesarios. “Para las piscinas, existen peces que se alimentan con las larvas de los mosquitos, y se consiguen en cualquier acuario”, explica Schweigmann, y advierte: “Las rejillas de las casas son un importante lugar de cría del mosquito, por eso allí hay que tirar agua hirviendo cada tres o cuatro días, pues el tiempo desde que el huevo eclosiona hasta que el mosquito emerge es de cinco o más días, dependiendo de la temperatura”. Por este mismo motivo, los especialistas recomiendan cambiar cada tres o cuatro días el agua de los recipientes que contienen flores o plantas. “Los cacharros ubicados en lugares sombreados y húmedos son más proclives a servir como criaderos”, indica Vezzani.

Y Schweigmann es optimista: “Creo que este año hay más conciencia sobre el problema. Quizás, necesitábamos que la epidemia llegara a Buenos Aires para darnos cuenta de que debemos ocuparnos”. Mientras tanto, comienzan a asomar algunas flores. Y el frío empieza a abandonarnos... ❏

APORTE ANTE EL RIESGO

Científicos de varios grupos de investigación de Exactas y el Conicet presentaron a principio de año un informe conjunto con evaluaciones y sugerencias acerca de la problemática del dengue en la Argentina. El material es de carácter público y puede descargarse de

<http://exactas.uba.ar/download.php?id=899>

Planetas extrasolares

El legado del hereje impenitente

por Guillermo Mattei
gmattei@df.uba.a

Los últimos quince años fueron testigos de una explosión del interés científico por la detección de planetas pertenecientes a otros sistemas solares. Motivación ancestral y presión sobre la frontera del conocimiento astrofísico guían esta apasionante pesquisa.



Cabo Cañaveral, USA (junio de 2009).
Lanzamiento del telescopio Kepler.

Giordano Bruno ante la Inquisición.
Campo de' Fiori, Roma.



“En mis últimos libros publicados puede leerse específicamente mi doctrina, la cual sostiene que el universo es infinito como resultado del infinito poder divino, pues considero indigno de la bondad y el poder divinos que hayan producido meramente un mundo finito cuando eran capaces de dar existencia a una infinitud de mundos. Y por lo tanto he sostenido que hay un número infinito de mundos individuales como nuestra Tierra. La considero, junto con Pitágoras, como una estrella, y la Luna, los planetas y las estrellas son similares a ella, siendo estas últimas de un número infinito. Todos esos cuerpos componen una infinitud de mundos; constituyen el todo infinito en espacio infinito, un universo infinito, lo cual quiere decir que contienen mundos innumerables. Así pues, hay una medida infinita en el universo y una multitud infinita de mundos. Pero esto puede resultar indirectamente opuesto a la verdad según la fe”. Esta fue la declaración de Giordano Bruno (Nola, 1548; Roma, 1600) ante la Inquisición veneciana en 1592.

“Personalmente, primero me atrajo el conocimiento que se derivaba de las detecciones de sistemas astrofísicos —muy diferentes a los mejor y más largamente conocidos en nuestro sistema solar— tales como planetas tan grandes como Júpiter que tardan solo tres días en dar una vuelta a su estrella. De todas maneras, la búsqueda de mundos similares a la Tierra girando alrededor de estrellas parecidas a nuestro Sol tiene un atractivo muy especial. Además, encuentro en la búsqueda de planetas extrasolares un desafío muy grande por explorar el borde de las actuales capacidades observacionales y del análisis de datos de que dispone la astrofísica”, explica a este redactor, en julio de 2009, el reciente doctor en física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Rodrigo Díaz, especializado en los llamados “tránsitos planetarios”.

Desde que Giordano Bruno postulara temerariamente en 1584 la infinidad de los soles y de sus mundos orbitantes, hasta la detección en junio de 2009 del planeta extrasolar número 353, recién en las últimas

décadas de los cuatrocientos veinticinco años transcurridos, varias generaciones de científicos —como Rodrigo Díaz— fueron los verdaderos buscadores de nuevos mundos o, tal vez, constructores involuntarios de la mismísima condición humana.

Especulando con imágenes

Giordano sostenía que pensar era especular con imágenes, y él, en ese sentido, fue un pensador notable. A pesar de situarse en las puertas de la ciencia moderna, que iba a inaugurar nada menos que Galileo Galilei un par de décadas después, Giordano influyó en la cultura como un científico revolucionario. En palabras del historiador Michael White (ex director del Departamento de Estudios Científicos en el Overbroeck College de Oxford, Inglaterra): “La visión de Bruno pertenecía al siglo XX y, al mismo tiempo, estaba firmemente enraizada en su propia época. Por una parte, visualizaba un Universo que no guardaba ninguna relación con el modelo ortodoxo pero, por otra, mantenía una estrecha afinidad con el mundo antiguo y su pensamiento. Y, naturalmente, sus convicciones eran descaradamente heréticas. Copérnico, que a fines del siglo XVI continuaba sin haber merecido una gran atención por parte de los filósofos de la Iglesia, había ofrecido un modelo que no tardaría en ser percibido por muchos fieles como el extremo más afilado de la cuña, peligroso y antiaristotélico; pero la concepción de Bruno pisoteaba todo lo

SOBRE PULSARES, CENTROS DE MASAS Y EFECTOS DOPPLER

Los *pulsares* son un caso particular de estrellas de neutrones, que son objetos de aproximadamente la misma masa que nuestro Sol, pero de sólo 50 a 1.000 kilómetros de circunferencia y formados por neutrones estrechamente empaquetados por la fuerza de gravedad. Entonces, los pulsares son estrellas de neutrones en rotación y magnetizadas que emiten un haz de radioondas y, a veces, también luz y rayos X, en una dirección que no coincide con su eje de rotación. Cuando la estrella gira, su haz hace un barrido como el de un faro y, si la Tierra está en el plano de ese barrido, los astrónomos reciben un pulso de radiación con una frecuencia muy precisa.

El centro de masa es un concepto muy útil en el estudio de la mecánica de cuerpos materiales. En el caso particular de un cierto conjunto de objetos astronómicos, el centro de masa es un lugar ficticio del espacio únicamente ligado a ese conjunto. El centro de masa depende de las posiciones de cada objeto, medidas desde algún punto de observación, y de las masas involucradas. Por ejemplo, el centro de masa de un sistema binario de dos estrellas idénticas está a mitad de camino sobre la recta que las separa. Si una estrella fuera tres veces más grande que la otra, el centro de masa estaría ubicado a un cuarto de la distancia que las separa, pero del

lado de la más masiva. Si una estrella es muchísimo más grande que su planeta orbitante, el centro de masa estará casi sobre la estrella. Mirando el cielo desde la estrella, se observa que el planeta realiza un movimiento circular o elíptico, pero mirando el panorama desde el centro de masas del sistema no sólo se ve moverse al planeta en una gran trayectoria sino también a la estrella en un movimiento mucho más tenue.

El “efecto” o “desplazamiento” Doppler es el fenómeno por el cual el estado de movimiento de una fuente emisora de ondas altera la frecuencia percibida por un observador externo en reposo. Ejemplo de onda: el sonido; ejemplo de fuente: un avión que aterriza en un aeropuerto; ejemplo de observador: una persona en la punta de la pista de aterrizaje; ejemplo del efecto: el sonido que produce el avión acercándose tiene un tono más alto que cuando acaba de pasar por la cabeza del observador. Acercándose el móvil, el observador percibe las ondas desplazadas hacia mayores frecuencias, menores períodos y menores longitudes de onda. Alejándose, a la inversa. Como la luz tiene comportamiento ondulatorio, la señal luminosa proveniente de una estrella experimenta cambio de color en la medida que se mueva en los sentidos posibles de la línea: azul al acercarse y al rojo al alejarse.

KEPLER Y COROT EN EL CIELO CON DIAMANTES

El 7 de marzo de 2009 la NASA ponía en órbita a la primera misión capaz de encontrar planetas extrasolares del tamaño de la Tierra o menores, el telescopio Kepler. El desafío es relevar los tránsitos de planetas cuyos tamaños fluctúen entre la mitad y el doble del de la Tierra ubicados en un rango de distancias de sus estrellas tales que el agua sea un elemento estable y las condiciones para el desarrollo de formas organizadas de vida sean posibles.

Por su parte el 27 de diciembre de 2006 fue lanzada la Misión CoRoT, desarrollada bajo la dirección de la agencia espacial francesa con la participación de España, Austria, Bélgica, Alemania y la Agencia Espacial Europea, que busca planetas extrasolares mediante un telescopio espacial pequeño dedicado a la fotometría, con una precisión extremadamente alta en observaciones de larga duración.

“CoRoT ya produjo varios resultados, entre ellos la detección del primer planeta rocoso con tránsitos de radio algo mayor que los de la Tierra. El satélite Kepler aún no ha producido resultados científicos”, acota Rodrigo Díaz.



Misión CoRoT
Foto: CNES/D. Ducros

sagrado”. Si bien la noción de la multiplicidad de sistemas planetarios ya aparecía en la antigua Grecia, la proyección que del modelo copernicano propició Giordano fue, a la vez, un ariete contra el oscurantismo y un gran estímulo para los científicos de los siglos posteriores.

Los nuevos mundos están ahí

Una de las modernas ideas básicas para la detección de planetas lejanos, de hecho casi invisibles, es que ellos, de una manera u otra, afectarán el comportamiento previsto de sus estrellas huéspedes, en caso de que ellas estuviesen solas, las cuales sí pueden verse con la tecnología de la que dispone el hombre. Con esta lógica, en la década del 60 se sucedieron algunos hallazgos fallidos y, en la del 80, hubo grandes evidencias de discos planos de material alrededor de otras estrellas similares al Sol.

Rodrigo Díaz explica: “En 1991 se detectaron los primeros objetos con masas planetarias fuera del sistema solar, pero con la particularidad de que estaban orbitando alrededor de un pulsar (ver recuadro “Sobre...”), que es el remanente de una supernova. Ese hallazgo fue muy inesperado y, por lo tanto, muy importante; pero recién en 1995 se produce la detección del primer planeta alrededor de una estrella parecida al Sol”. Ese hito histórico fue protagonizado por un equipo de astrofísicos suizos que reportaron la presencia de un planeta, aproximadamente del tamaño de Júpiter, orbitando muy cerca de la estrella *51 Pegasi*.

Si bien, de ahí en adelante, los astrofísicos fueron abrumados por una catarata de descubrimientos, todos los nuevos planetas tenían el porte colosal de un Júpiter. En ese punto, la ineludible impronta humana de los científicos jugó su carta: “Las técnicas observacionales tienen que poder permitirnos discernir tamaños planetarios menores, tanto como los de planetas similares a la Tierra”. Griegos antiguos, Giordano y los científicos del siglo XXI, todos ellos motivados por la misma pulsión ancestral.

Piedra libre

“Los métodos de detección propuestos son más de una decena, pero podría decirse que los que dieron resultados positivos son cinco”, ilustra Díaz.

MÉTODOS DE DETECCIÓN DE PLANETAS EXTRASOLARES

Fuente: Nasa

Velocidad Radial



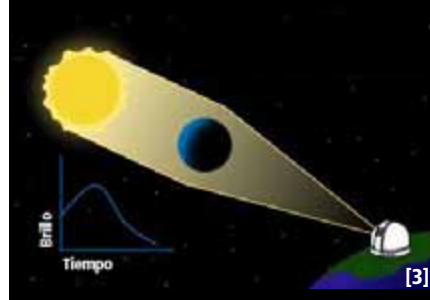
[1]

Método Transitorio



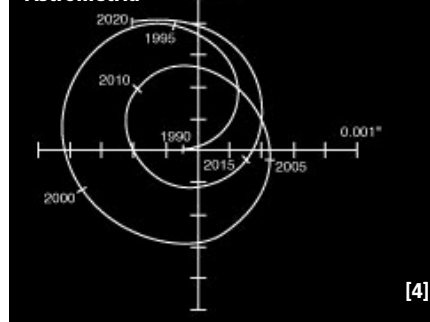
[2]

Efecto Microlente Gravitacional



[3]

Astrometría



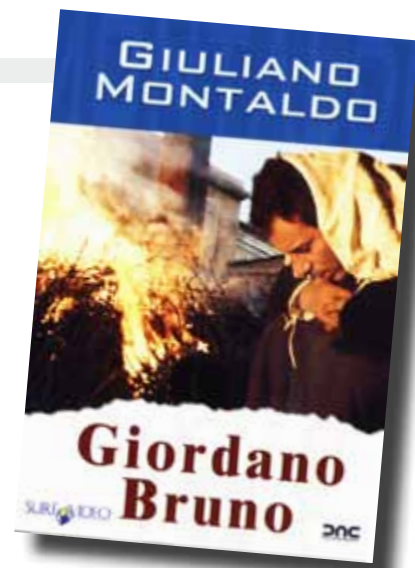
[4]

Pulsar



[5]

Pocas son las historias de hombres de la ciencia que ha recogido el cine. En 1973, el director y guionista italiano Giuliano Montaldo –asociado desde el neorrealismo al cine de denuncia política– estrenó la película “Giordano Bruno”. El actor Gian Maria Volontè fue quien le puso el cuerpo al sabio italiano, consiguiendo una interpretación notable. La postura anticlerical de la película hizo que fuera proscripta de las pantallas en muchos países y en otros, como la Argentina, tuvo una distribución menor y relegada



El astrofísico explica: “El método más exitoso es el que mide la llamada “velocidad radial” de la estrella. Cuando un planeta orbita alrededor de una estrella o, más apropiadamente, cuando ambos se mueven alrededor del *centro de masa* del sistema, desde la Tierra se percibe un movimiento de vaivén de la estrella, cuantificado por la componente de su velocidad en la dirección de observación”. Mediante técnicas espectrográficas, que analizan la luz que llega desde la estrella, y por la interpretación del *efecto Doppler* presente (ver recuadro “Sobre...”), es posible medir las variaciones de esa velocidad, que son del orden de algunas decenas de metros por segundo para planetas grandes. “Pero ahora se están encontrando planetas que producen en la estrella a la que orbitan variaciones periódicas de su velocidad radial con una amplitud de solo un metro por segundo o menos, gracias a que se cuenta con una técnica espectrográfica lo suficientemente estable y precisa como para detectar en una estrella variaciones de velocidad similares a la de una persona caminando...”, grafica Díaz.

“El denominado método ‘de tránsitos planetarios’ provee información única, tal como la medición directa del radio”, argumenta Díaz, y agrega: “Se lo implementa desde la Tierra, incluso con telescopios muy chicos, porque se saca provecho de extensos campos visuales con muchas estrellas. La técnica se basa en medir varias veces el flujo luminoso de cada una de las estrellas presentes, de forma tal que si existe un planeta cuya órbita se encuentra alineada con la línea de visión desde la Tierra, puede detectarse la pequeña disminución de brillo que ocurre cuando el planeta pasa por delante de su estrella. Esta disminución es del orden del uno por ciento de su luminosidad. Así se detectaron casi 60 planetas”. Sin embargo, este método presenta el problema de requerir la confirmación, por las vías del método de la velocidad radial, de que el tránsito hallado corresponde a un planeta y no a otros varios objetos astrofísicos con tránsitos compatibles con órbitas planetarias.

El tercer método de detección es el de las microlentes gravitatorias, “que aprovecha el efecto relativista de la curvatura del espacio que impone la masa del planeta, actuando como una lente gravi-

tatoria en pequeña escala, capaz de producirle pequeñas alteraciones a la luminosidad de la estrella en el momento en que se produce el pasaje del planeta por la línea de observación”, explica Díaz. Si bien es un método que detecta planetas sin poder volver a verlos, permitió hallar algunos de muy baja masa.

La “astrometría” es casi el método contrapuesto al de la velocidad radial ya que, en palabras de Díaz, “considera el movimiento de la estrella en el plano del cielo. Por la misma razón que antes, como planeta y estrella se mueven alrededor de su centro de masa común, en el cielo la estrella hace un cierto movimiento y, si se tiene una alta precisión para medir las posiciones de las estrellas puede detectarse la presencia de un planeta como responsable de ese movimiento”.

Finalmente, el método de los “timings” es el que posibilitó, en 1991, la detección de los planetas alrededor del pulsar. “Cuando el pulsar tiene un planeta orbitando a su alrededor, se aleja y se acerca levemente a la Tierra, lo cual genera un retraso en la llegada de los pulsos luminosos que dan información inequívoca de la presencia de aquel”, explica el experto.

Una mirada más allá

Rodrigo Díaz es docente del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y obtuvo sus títulos de grado y posgrado trabajando en el grupo de investigación que dirige Pablo Mauas en el Instituto de Astronomía y Física del Espacio (UBA-CONICET). Además de su especialización en la búsqueda de planetas extrasolares, Díaz tiene una sólida formación en los temas relacionados con las atmósferas de las estrellas. “Los fenómenos de actividad cromosférica o magnética en las atmósferas estelares tienen mucha incidencia en la detección de planetas”, aclara el investigador.

Estudios recientes indican que hay numerosos fenómenos de actividad magnética en estrellas, que impiden detectar planetas orbitantes, o que simulan la señal que generaría uno de ellos. Dado que la gran mayoría de los planetas que se están des-

cubriendo orbitan muy cerca de su estrella, los astrofísicos suponen que las magnetósferas de aquellos inducirían efectos sobre la de ésta.

En este sentido, Díaz describe: “Hasta el momento, los investigadores tendían a descartar a las estrellas con mucha actividad cromosférica cuando aplicaban el método de la velocidad radial porque se sabía que ahí iban a tener dificultades para detectar planetas. Pero, dado que el método fotométrico de tránsito demanda un campo extenso, entran tanto estrellas activas como inactivas y, cuando aparecen candidatos a planetas en las activas, como se necesita confirmarlos con el otro método, el abordaje cromosférico es inevitable”.

Conocimiento astrofísico básico, solvencia en métodos de detección y capacidades de análisis de la información acumulada son requerimientos esenciales para un buscador moderno de nuevos mundos. En este sentido, Michael White escribió: “Giordano Bruno nunca pensó en términos de experimentos o matemáticas. ‘Copérnico es demasiado matemático y no lo bastante filósofo natural’, decía el nolan. Sin embargo, Galileo veía en Bruno a un auténtico héroe, no por sus métodos científicos sino por haber sido el único mártir de la libertad de pensamiento”. Así como Galileo y, seguramente, todos los científicos modernos que lo sucedieron reconocen a Giordano como parte de la ciencia, el hereje impenitente hoy no podría menos que maravillarse por lo que la formalización matemática de la realidad y el diálogo experimental con la Naturaleza han logrado a través de la libertad de pensamiento de los investigadores que, como Rodrigo Díaz, persiguen metódicamente alter egos del planeta Tierra. |

Experiencia en colegios secundarios

Bacterias + barro =

Científicos de Buenos Aires y de Mar del Plata propusieron a chicos de tres escuelas técnicas obtener energía eléctrica a través de la actividad bacteriana. No solo lo consiguieron, sino que hasta obtuvieron un premio nacional que les posibilita viajar a competir a Suecia. La experiencia también se podrá replicar en otros colegios.

por Cecilia Draghi
cdraghi@de.fcen.uba.ar



¿Qué diría si alguien le señala que su calculadora funciona en base a bacterias? Probablemente piense que quiso decir baterías y se confundió. ¿Qué deduciría si luego le comenta que para cargar la fuente de energía eléctrica va a orillas del río de la Plata en busca de barro y que esta tarea ribereña no la hace solo sino junto a sus compañeros de secundario? ¿Y que algunos de ellos merecieron el Premio Argentino Junior del Agua 2009, otorgado por la Asociación Argentina de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente; y representan a nuestro país para competir este año por el Stockholm Junior Water Prize (esta distinción es entregada de manos de Su Majestad, la Princesa Victoria de Suecia, en Estocolmo, y por la que disputan equipos de jóvenes especialmente seleccionados en 30 países del mundo)?

Todo lo anterior puede comenzar a considerarse como cierto cuando se advierte que la información nace de uno de los resultados del proyecto “Cosechando electricidad de las bacterias”, del que participan el Instituto de Investigación en Ciencia y Tecnología de Materiales de Mar del Plata y la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Por ahora, de esta iniciativa –financiada por la Fundación YPF– han sido protagonistas estudiantes secundarios de tres escuelas técnicas porteñas, pero la propuesta va por más: se está elaborando un kit educativo para que la experiencia se multiplique en los colegios que lo deseen.

Eduardo Cortón, coordinador general del proyecto: “Cosechando electricidad de las bacterias”.

electricidad

¿De qué se trata? “A la electricidad no se la suele relacionar con la biología, ni con la química o la física, y menos aún de modo integrado. Pensamos entonces en buscar un tema que sea una especie de guía para recorrer todas estas temáticas juntas”, relata desde el Laboratorio de Biosensores y Bioanálisis de Exactas el doctor Eduardo Cortón, coordinador general de este proyecto. El camino que lleva a fabricar estas pilas biológicas no contaminantes comienza con un día al aire libre a orillas de un río o mar, con un envase de gaseosa, un par de minas de lápiz, unos pocos centímetros de cable y una pala pequeña. Seguramente un pescador lleva más equipaje, y depende en gran parte del azar para volver a casa satisfecho. En cambio, en esta salida escolar, todos regresarán al laboratorio con la esperada cosecha de electricidad.

En este caso, para los chicos de las escuelas porteñas de Educación Técnica N° 2 “Osvaldo Magnasco”, N° 3 “M. Sánchez de Thompson” y N° 32 “Gral. José de San Martín”, el destino elegido fue –por su cercanía–, el río de la Plata. “Esperamos que la marea baje, y excavamos en el lodo unos cinco centímetros de profundidad para tener una muestra”, describe Cortón. Se trata de tomar una porción de esa tierra bien negra cargada de materia orgánica,

donde las bacterias se encuentran a sus anchas. Parte de este material se vuelca en el envase vacío de la bebida y se le agrega agua del río. Las dos minas de lápiz negro o grafito tienen destinos distintos. Una se entierra en el lodo y, la otra se sumerge en el líquido. Ambas están conectadas a un cable eléctrico, que conduce la energía producida a un aparato que mide sus características eléctricas (tester o multímetro). “En cuestión de horas se puede registrar en el tester el aumento de potencial eléctrico. Cuando los alumnos observan que la aguja del medidor se mueve, quedan impactados”, describe el especialista del departamento de Química Biológica e investigador del CONICET.

Se trata de exprimir el barro de un modo especial. “El lodo o sedimento de los ríos, lagos y mares contiene cierta cantidad de materia orgánica, y su degradación es relativamente lenta, debido a la ausencia de oxígeno. Es posible, mediante la utilización de electrodos (en este caso, la mina de lápiz) enterrados en el barro, y conectados con electrodos similares en el agua sobrenadante (rica en oxígeno), generar corriente eléctrica”, explica el doctor Cortón acerca de estos sistemas conocidos como Celdas de Combustible Microbianas. “Cosechamos parte de la electricidad

que producen las bacterias al consumir la materia orgánica del lodo, en verdad se la robamos, –confiesa–, para alimentar un pequeño aparato de baja potencia como puede ser una calculadora”.

Estas bacterias que trabajan para el hombre ya se utilizan en el mundo con distintos fines. “La Marina de Estados Unidos, que incentiva estos estudios, emplea este mecanismo para alimentar energéticamente a sensores enterrados en el océano para detectar terremotos o submarinos. Estos dispositivos necesitan poca potencia”, ejemplifica el investigador. De este modo, no se requiere que un equipo de mantenimiento reponga baterías de aparatos diseminados a kilómetros de distancia entre sí, porque éstos se autoabastecen de elementos más que abundantes en esas profundidades, pues si algo sobra en el fondo marino es sedimento y agua.

En cambio, en el caso de los prototipos de pilas biológicas realizados por los estudiantes argentinos, se necesita buscar cada tanto nuevas provisiones, dado que no se hallan insertados directamente en la naturaleza. “Cada dos meses, en promedio, se debe volver al río a buscar más lodo para que las bacterias tengan nueva materia orgánica que degradar en el laboratorio y puedan seguir produciendo energía”, relata.



El proceso comienza a orillas de un río o mar, con un envase de gaseosa, un par de minas de lápiz, unos pocos centímetros de cable y una pala pequeña. Se trata de tomar una porción de esa tierra bien negra cargada de materia orgánica, donde las bacterias se encuentran a sus anchas.

A SUECIA

Los ganadores del Premio Argentino Junior del Agua 2009 son los estudiantes Alan Moran, Matías Efron y Nicolás Arsak. Los dos primeros junto con el docente asesor Alejandro Rodríguez viajarán a Suecia para competir por el Stockholm Junior Water Prize. Ellos representan a la Escuela de Educación Técnica N° 3 M. Sánchez de Thompson, el Club de Ciencias Cóndor, y la Escuela Técnica N° 32 Gral. José de San Martín, que participaron del proyecto “Cosechando electricidad de las bacterias”.

En la Argentina, no faltan iniciativas para que estos dispositivos se encuentren en un medio natural. “Juan Pablo Busalmen, participante del proyecto en Mar del Plata, ha propuesto usar este mecanismo para proteger las cañerías que se emplean en el transporte de petróleo en el océano. Una de las maneras de hacerlo es polarizando la tubería, es decir aplicándole corriente eléctrica de modo que no se oxide y se evite el deterioro, así como posibles pérdidas de combustible que contaminen el mar”, plantea Cortón.

En el mundo, también se sugiere este mecanismo para sacar electricidad de toneladas de montículos abarrotados de bacterias, contaminantes y de olor muy desagradable, para transformarlos en fuente de energía limpia. “Se puede usar para purificar desechos cloacales y producir electricidad. Cálculos realizados por Lars Angenent, profesor en el Departamento de Ingeniería Química, en la Universidad de Washington, en St. Louis, establecen que el tratamiento de toda el agua cloacal producida en Estados Unidos consume el 1,5 por ciento de la energía eléctrica de ese país; la utilización de celdas de combustible microbianas permitiría producir esa electricidad al mismo tiempo que se depuran los líquidos cloacales”, compara.

Generar energía alternativa a las formas tradicionales es un tema clave para el futuro del planeta. Si bien los resultados en la actualidad son alentadores, a este sistema le queda un largo camino por desandar. “El mundo científico trabaja en este tema desde hace



“En cuestión de horas se puede registrar en el tester el aumento de potencial eléctrico. Cuando los alumnos observan que la aguja del medidor se mueve, quedan impactados”

poco tiempo y la potencia que se obtiene de las bacterias del lodo hasta ahora es muy baja. Para que tenga aplicaciones prácticas en el mundo real, debería aumentarse la potencia unas cien a mil veces. En distintos laboratorios del mundo se está trabajando para modificar genéticamente a las bacterias con el fin de que produzcan más energía”, anticipa.

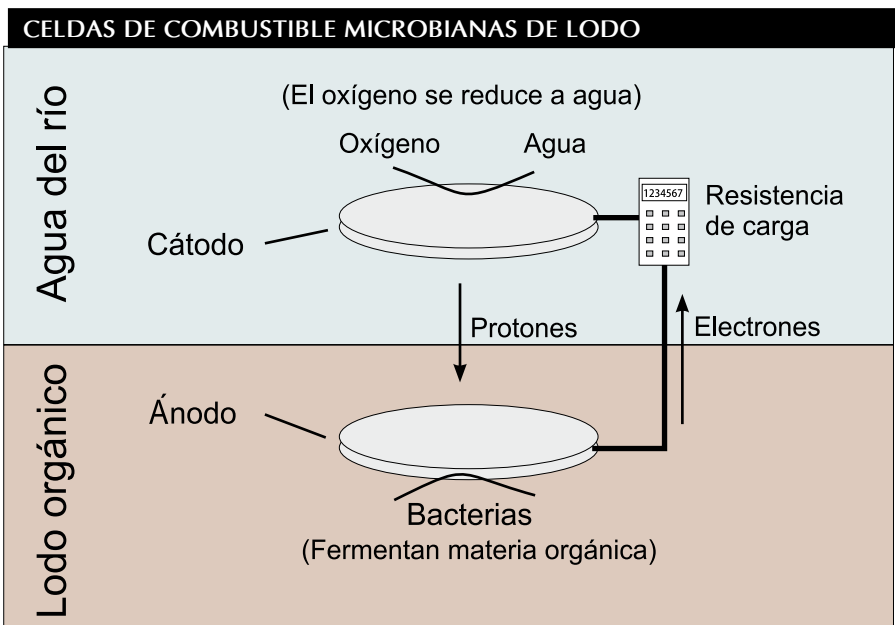
A la escuela

Para el maestro Alejandro Rodríguez, coordinador del Club de Ciencias Cóndor y participante e importante impulsor de esta iniciativa, es una gran satisfacción que “el abordaje de una nueva tecnología, como las celdas de combustible sedimentarias, pudo

lograrse fuera de laboratorios de universidades y ser replicado en escuelas técnicas no especializadas en esta cuestión”. Este docente, asesor del equipo que fue seleccionado por la Argentina para competir en Suecia por el certamen juvenil más importante del mundo en la temática del agua, no pasa por alto el hecho de “investigar una nueva tecnología con materiales fácilmente adquiribles en nuestro país, y de esta forma no estar tan alejados de los avances científicos”.

¿Un balance sobre la experiencia de los estudiantes? “Lo principal es la relación que tuvieron con chicos de otras escuelas y especialidades”, dijo Rodríguez, y destacó la importancia de compartir experiencias, habilidades y conocimientos “que de otra forma sería muy difícil obtener, además del rol fundamental que tuvieron los investigadores al ceder su tiempo para brindar información y de esta forma lograr un proyecto interdisciplinario”.

El objetivo es ampliar el horizonte de este experimento a todos aquellos que deseen sumarse. “Estamos elaborando un kit educativo para que esta práctica se multiplique en otras escuelas. Se busca armar una caja que contenga un manual para el profesor, otro para el alumno, y los elementos que no son fáciles de conseguir en el mercado para realizar las pruebas. Actualmente se está trabajando en el material didáctico que busca explicar los conocimientos de física o química que les resultan arduos a las personas con formación biológica, y lo mismo en el sentido inverso. La idea es motivar y aunar contenidos que en general están muy dispersos”, concluye Cortón. □



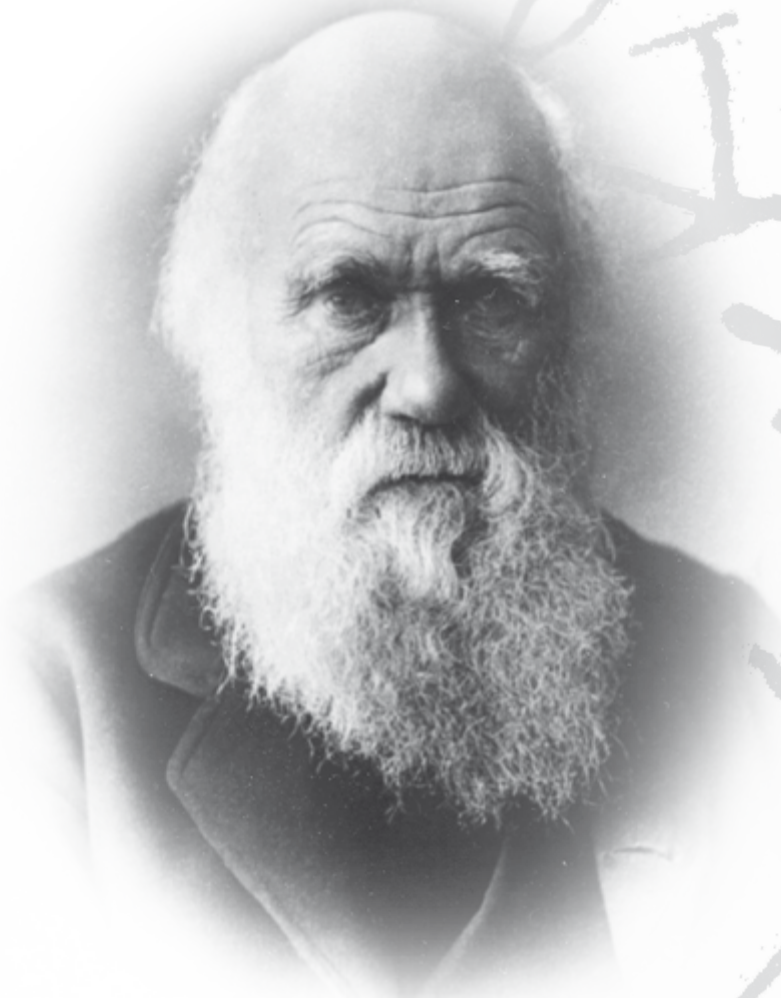
Los electrodos están hechos de grafito industrial (similar a las minas de lápices), y tienen unos 30 cm. de diámetro. El inferior será enterrado en el lodo (ánodo), mientras que el superior quedará sumergido en el agua. Ambos electrodos están conectados a un resistor, de tal manera de evaluar las propiedades eléctricas del agua (corriente y potencia producida, estabilidad y otras).

Darwin

El hombre del Árbol de la Vida

Gran revolucionario, increíble observador, viajero incansable, el naturalista inglés Charles Darwin fue quien explicó al mundo cómo se desarrolla la vida en el tiempo, cómo se originan las especies, posibilitó proyectar hacia dónde se dirigen y, entre otras cosas, pensarnos como humanos a través del espejo de la razón. Él fue quien reveló las claves de la vida misma, desbaratando los argumentos místicos y mandando los relatos religiosos al arcón de la literatura.

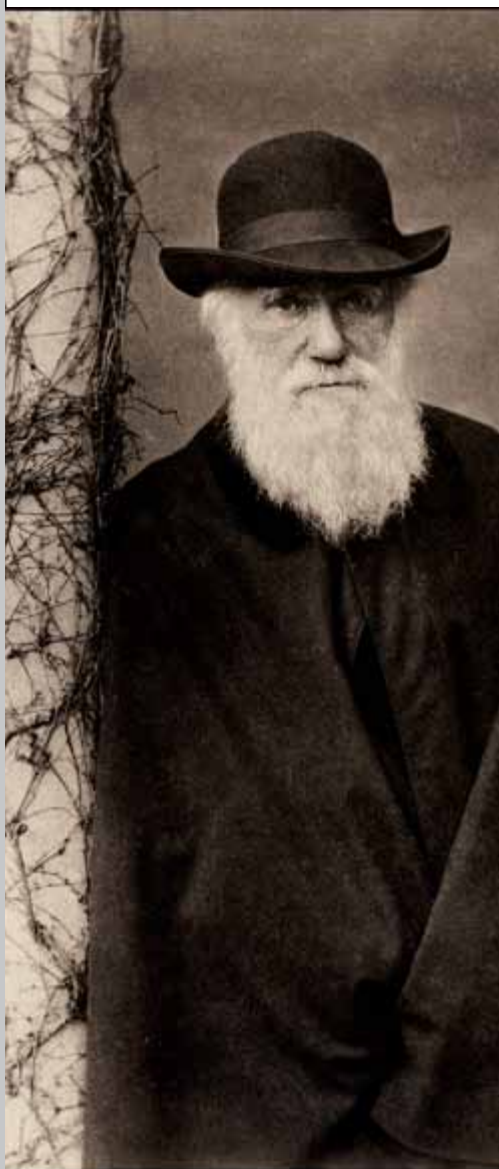
A 200 años de su nacimiento y 150 de la publicación de la obra cumbre "El origen de las especies", EXACTAMENTE lo homenajea a través de la palabra de los especialistas Esteban Hasson, Víctor Ramos, Beatriz Aguirre Urreta, Ricardo Cabrera, Viviana Confalonieri y Alberto Onna.



Darwin resistido

La Teoría de la Evolución de Charles Darwin no sólo conmocionó al mundo científico, que desde hace más de 100 años no para de convalidarla con renovadas y sofisticadas investigaciones. También generó un cimbronazo en la sociedad de su época y los temblores llegan hasta nuestros días por la vitalidad de las ideas darwinianas. Pero claro que postular un Universo donde cualquier divinidad sea innecesaria o inservible trae sus fuertes resistencias...

por Ricardo Cabrera*



La Teoría de la Evolución fue al choque: la gente creía que las especies vivientes –en especial la humana– habían sido creadas por un ser sobrenatural y todopoderoso, Dios, que las había diseñado con gran astucia, y les había insuflado un hálito vital que las distinguía claramente de la materia inerte. Pero apareció Darwin, que presentó un mecanismo simple, absolutamente materialista y prescindente de poderes sobrenaturales, capaz de explicar la vida y casi todo aquello que superaba al entendimiento humano y que no habíamos encontrado más remedio que adjudicárselo a los dioses.

Convengamos que la embestida con que la Teoría de la Evolución le entró al palacio de la fe no fue muy prudente. El hecho de que exista variación y que ocurra al azar dice que si Dios existe está ausente. El caso de que la selección sea natural implica que no hay una guía del destino. Y el hecho de que la evolución sea capaz de crear tanta complejidad y sofisticación por sí sola indica que no hay diseñador: o sea, si Dios existe, es un perfecto desocupado.

Por el lado científico todo bien. Desde el momento del anuncio, una revolución científica se puso en marcha. El volumen de información, descubrimiento y conocimiento que se disparó fue descomunal. Fue algo así como una exclusiva que abrió un chorro de creatividad científica que inundó de luz el

universo biológico. La biología, que hasta entonces era una ciencia de recolección, de descripción, de acumulación casi filatélica, se convirtió en una ciencia operativa, llena de inferencia, predicción, cálculo, con gran poder explicativo, inesperadamente abarcativa, y con una capacidad de generalización unificadora apabullante. Es cierto que no faltaron los debates, pero la luz de la verdad era demasiado brillante, y un siglo después Theodosius Dobzhansky, uno de los biólogos más importantes del siglo pasado, llegó a declarar “nada tiene sentido en biología si no es a la luz de la evolución”.

Pero volvamos al primer choque de 1859. En ese entonces no existía una educación formal que no fuese confesional: educación y catequesis eran casi la misma cosa. La escuela se hallaba en manos de los religiosos, sea de la religión que fuera, que no estaban dispuestos a soltarla.

Recién con la Revolución Francesa la educación comenzó a hacerse pública y laica. Esa incipiente semilla de igualdad y racionalidad tardó mucho en propagarse a otras naciones. Pero adonde la educación laica sí llegó, los grupos religiosos que retenían parte de la educación formal en sus manos resistieron la Teoría de la Evolución con diferentes cuotas de argucia (y, por supuesto, esta situación continúa existiendo).



Charles Darwin

El mundo científico tiene su dinámica: el conocimiento se abre paso con insólita ligereza. En cambio, entre la gente de a pie, la Teoría de la Evolución no es conocida, o no es entendida, o no es bien entendida, o directamente no es aceptada. Se la entienda correctamente o no, la última posibilidad es la mayoritaria: el común de la gente rechaza la teoría de Darwin. En Estados Unidos (el país de la ciencia) más o menos el 45% de los ciudadanos creen que Dios creó a los seres humanos en su forma actual en algún momento de los últimos 10.000 años. Y más del 80% rechaza la perspectiva de Darwin sobre la evolución humana. El motivo es obvio: la mecánica darwinista no le deja espacio a ningún dios y los que viven de Dios tienen poder de lobby.

La Iglesia Católica no es tonta. Después del papelón derivado de la condena a Galileo, el clero es muy prudente con los dichos de la ciencia. Y formula sus objeciones y ninguneos con el mayor disimulo posible.

La primera línea de defensa consiste en aducir: “Yo no dije tal cosa”. Como la Teoría de la Evolución contradice todo lo que al respecto dicen las sagradas escrituras, muchos religiosos eluden la contradicción con la Biblia aduciendo que lo que ahí está escrito requiere ser reinterpretado y que no hay que tomar por verdadero lo puesto en forma literal.

La segunda línea de defensa es la trinchera de los que dicen que la Teoría de la Evolución es sólo una hipótesis, y que la información probatoria es incompleta, fragmentaria, provisoria. Eso es deshonestidad o ignorancia: la evolución es un hecho. Se trata de un mecanismo tan corroborado por miles de evidencias que solo con malicia puede decirse que no es verdadero.

La tercera línea de defensa consiste en esgrimir que la Teoría de la Evolución no es la única disponible y que existen otras teorías enunciadas que explican –o intentan explicar– los mismos fenómenos. Teorías alternativas, dicen,

como si fueran contrapuestas, como si negaran la Teoría de la Evolución. O sea todo un menjunje provisoria. No existe tal cosa, las otras teorías de la evolución que se han formulado con posterioridad a Darwin son complementos, afinaciones. La Teoría Sintética de la Evolución, por ejemplo, le aporta los conocimientos de la genética mendeliana y la herencia de los que Darwin no disponía cuando ideó su Teoría. La refuerza, la consolida.

La cuarta línea de defensa sólo la esgrimen los pseudoexpertos, pero no deja de ser una objeción absurda: que la Teoría de la Evolución no se trataría de una teoría propiamente dicha, ya que, para serlo, una teoría debe ser falsable. ¿Qué quiere decir esto? Una de las características fundamentales de la ciencia (no sólo para sus teorías sino para todas sus proposiciones) es la propiedad de contrastación con la realidad a través de experimentos u observaciones que permitan corroborar o falsar lo que se diga. En el caso de la Evolución –dicen– no hay posibilidad de contrastar, ya que la teoría no predice hacia dónde evoluciona una especie, y aunque lo dijese, el tiempo necesario para contrastarlo es excesivamente enorme. Conclusión: la evolución no puede hacer predicciones; luego, no es una teoría científica.

Pamplinas, la Teoría de la evolución realiza predicciones de tipos muy diversos y ha sido extensamente contrastada con la realidad a través de observaciones y experimentos. Cada día que pasa salen a la luz nuevos descubrimientos que podrían falsar a la Teoría de la Evolución, o ponerla en graves aprietos. Pero eso no ocurre, y por el contrario: no hacen más que corroborarla. Al bulto, o en fino detalle, todo encaja con el mecanismo de la evolución enunciado por Darwin.

Entre las predicciones más sencillas de comprender por el lego se encuentran los hallazgos paleontológicos. Cada fósil que se descubre se presenta justo en el estrato geológico correspondiente a la historia evolutiva. Al famoso paleontólogo J.S.B. Haldane le preguntaron cómo podía ser falsada la Teoría de Darwin, y contestó: “conejos fósiles en el precámbrico”.

Las evidencias de la teoría de la Evolución van mucho más allá del registro fósil. La distribución geográfica de las especies alcanzaría por sí sola para sustentar correctamente, y más allá de toda duda razonable, la Teoría de Darwin. Pero también hay que sumarle la morfología comparativa y la embriología comparada, la evolución genética molecular, la evolución bacteriana (en tiempo real), la ecología del comportamiento, etcétera, etcétera.

La teoría de la Evolución también es resistida cuando coloniza otros campos, esta vez, científicos. El filósofo estadounidense Daniel Dennett, en su libro *La peligrosa idea de Darwin*, describe el darwinismo como “un ácido universal; corroe todos los conceptos tradicionales y deja en su estela una visión revolucionada del mundo”. La colonización de la psicología y la sociología (animal y humana) del brazo de la ecología del comportamiento, del programa adaptativo, de la sociobiología y de las ciencias cognitivas es un ejemplo de ello. Esta resistencia no es menor. Pero ocurre dentro de la comunidad científica: va a durar muy poco. |

*Director de EXACTAMENTE, docente del Ciclo Básico Común de la UBA.

Los pies sobre la Tierra

Darwin fue geólogo. No es un dato popularmente conocido pero sí una realidad científica. No solo fue un gran observador de las estructuras geológicas, sino que produjo más de 40 trabajos sobre la materia y definió conceptos fundamentales que aún hoy perduran.

por Víctor A. Ramos*

Si bien son célebres los aportes de Charles Darwin sobre la Evolución de las Especies, no es tan conocido que Darwin fuese un excelente geólogo. Él se identificaba a sí mismo como un geólogo y como tal fue reconocido en la *Geological Society* de Londres que lo recibió como *fellow* pocos años después de su travesía en el Beagle.

Sus fallidos estudios de medicina entre 1825 y 1827 en la Universidad de Edimburgo, incluyeron clases de historia natural con los profesores Robert Jameson y John Hope quienes lo introdujeron en la controversia entre neptunistas y plutonistas. Darwin se llevó una pobre impresión de Jameson que lo llevó a afirmar: “El solo efecto que me produjeron estas clases fue la determinación que mientras viva nunca leería un libro de geología o de ninguna manera estudiaría

esa ciencia”. Luego de abandonar sus estudios en Edimburgo, Darwin comenzó en 1828 a estudiar en Cambridge para clérigo rural. Estableció una estrecha relación con John Henslow, profesor de botánica y mineralogía. Por insistencia de éste es que acompañó al campo a Adam Sedgwick, profesor de geología en 1831. Este viaje a Gales le permitió aprender el método y la sistemática de las observaciones geológicas, a la vez que lo expuso a interesantes controversias que existían en esa época. Sus propias palabras nos indican: “Yo estaba tan enfermo con las clases de Edimburgo que ni siquiera atendí las clases interesantes del elocuente Sedgwick. Si las hubiese tomado hubiera me convertido en un geólogo mucho antes de lo que lo hice”.

Su aprendizaje formal de la geología estuvo basado en la lectura del primer

tomo de la obra *Principles of Geology* de Charles Lyell publicado en 1830 que le fuera obsequiado por Fitz Roy. Darwin lo reconoce en la dedicatoria a la segunda edición de su obra *Journal of Researches...* donde dice que “La parte principal de cualquier mérito que esta obra pueda tener y de los otros trabajos del autor puedan poseer, han sido derivados del estudio del bien conocido y admirable *Principles of Geology*”.

Durante el viaje del Beagle, Darwin escribió numerosas cartas que eran leídas y discutidas en las reuniones de la *Geological Society*, despertando interesantes discusiones entre Henslow, Lyell y Sedgwick. Estas cartas fueron publicadas en los *Proceedings* de esta sociedad. Su interés por la geología queda demostrado por los miles de muestras de rocas y fósiles que coleccionó a lo largo de los cinco años que duró la travesía, donde el 75% de las observaciones se refieren a temas geológicos. Antes de terminar su viaje, recibió la noticia de que la *Geological Society* le había publicado parte de sus observaciones y le pide a Henslow que interceda ante Sedgwick para ser propuesto como Miembro de dicha sociedad. Poco después de su regreso, es aceptado y se encuentra personalmente con Lyell con quien traba una amistad que perdura por muchos años. A su vuelta, ya Darwin



La ciudad de Concepción en ruinas luego del terremoto del 20 de febrero de 1835



se autodefine como “*I a geologist*”, y en esos primeros 20 años publica más de 40 trabajos sobre temas geológicos. Se destacan por su trascendencia sus observaciones sobre la estructura de los arrecifes del Pacífico, el origen y la antigüedad de las islas volcánicas, así como sus descripciones de la geología de América del Sur. Sus observaciones en Argentina van de la costa atlántica al cruce de los Andes de Mendoza, realizando aportes geológicos fundamentales. Veremos acá unos pocos ejemplos de los temas geológicos abordados por Darwin.

Diluvio universal versus glaciación:

El origen de grandes bloques erráticos en planicies lejanas a las zonas montañosas era un enigma en el siglo XIX. En su *Geological Manual*, La Beche analiza este problema, y discute su vinculación al Diluvio Universal; o a distintos procesos catastróficos producidos sucesivamente; o a procesos asociados a fuerzas naturales que en forma continua habrían producido el transporte. Ninguna de estas tres aseveraciones era la correcta. Darwin se había enfrentado a este enigma con los bloques erráticos de Gales en 1831. En el río Santa Cruz pudo reconocer bloques similares en las terrazas del valle en 1834, aunque no pudo develar su origen. Tiempo más tarde, en los canales fueguinos, observó los glaciares transportando grandes bloques y depositándolos en la desembocadura de los valles que llegan al mar y comprendió su mecanismo de deposición. La observación de bloques erráticos similares en la isla de Chiloé, varias decenas de metros por encima del nivel del mar le permitió elaborar la primera hipótesis real sobre su origen. Una vez regresado al Reino Unido volvió a visitar Gales en 1842 donde pudo constatar que además de los bloques se observaban rasgos glaciales en esos valles. En aquel tiempo estaba en plena disputa la Teoría Glacial de Agassiz contraria a la existencia de un Diluvio Universal. Las evidencias aportadas por Darwin fueron decisivas dado que reunía la observación directa de los glaciares transportando los grandes bloques y una versión similar de

la extensión de los hielos en el extremo austral. Como lo reconociera Lyell, sus observaciones permitieron avanzar en la comprensión de la génesis de los bloques erráticos.

El tiempo geológico: Desde que en 1654 el obispo Ussher calculó que la Tierra había sido creada en el año 4004 A.C. sobre la base de las escrituras bíblicas, se suscitó un debate entre las ideas geológicas y las creacionistas. Las teorías uniformitaristas de Lyell, que interpretaban que los procesos geológicos actuales eran la llave del pasado, permitían calcular el tiempo que se tardaba en depositar un espesor mínimo de sedimentos, y postular que la Tierra tenía una antigüedad de centenares de millones de años para explicar las decenas de miles de metros del registro geológico. Sobre la base de principios físicos Lord Kelvin calculó inicialmente que la edad de la Tierra no podía sobrepasar los 100.000.000 de años basado en el tiempo necesario para enfriar una esfera incandescente del tamaño de la Tierra, aunque después la redujo a sólo 25.000.000 años. Esa cantidad le parecía insuficiente a Lyell dado que el ritmo de los procesos geológicos actuales implicaba una edad mucho mayor. La modificación progresiva de las especies postulada por Darwin requería aún una mayor cantidad de tiempo. Los cálculos de Lord Kelvin eran insuficientes para avalar la teoría evolucionista de Darwin, quien no los pudo rebatir. Darwin quedó preocupado como se lo hiciera saber en una carta a Alfred Wallace donde manifiesta que las opiniones de Lord Kelvin “sobre la reciente edad del mundo han sido para mí durante cierto tiempo uno de mis más preocupantes problemas”. Sin embargo, la observación de los cambios drásticos que llevaban a la extinción de un conjunto de organismos y a la aparición de especies nuevas lo llevó a calcular que el tiempo involucrado hasta la era Secundaria superaba los 300 millones de años, edad que triplicaba la postulada por Lord Kelvin para toda la historia de la Tierra. A pesar de no poder resolver el dilema, sus observaciones geológicas no le permitían claudicar en la necesidad

de un tiempo extraordinario para producir tales transformaciones. Darwin no pudo en vida refutar la corta duración de la Tierra postulada por Lord Kelvin, modelo que fue rebatido cuando se descubrió la radiactividad en las primeras décadas del siglo XX, que confirmó las ideas de Lyell, complementadas por la teoría de la evolución de las especies propuesta por Darwin.

La teoría orogénica de Darwin:

Darwin tuvo el privilegio de ser testigo de dos hechos excepcionales: la erupción del volcán Osorno en 1834 asociada a temblores de tierra que deslocaron varios metros el terreno y el gran terremoto de Valdivia de 1835. En esa oportunidad constató que la costa de la isla de Quiriquina había ascendido varios metros en un solo evento sísmico como lo atestiguaban los niveles de choros putrefactos por encima del nivel del mar. La importancia de éstos fue confirmada al cruzar la cordillera de los Andes con grandes dislocaciones que asoció a la acción de los terremotos. Al observar moluscos marinos fósiles a más de 3.000 metros de altura, interpretó que una gran cantidad de sismos había producido el ascenso de la cordillera. Estas rocas sedimentarias con fósiles las encontró junto con rocas volcánicas y postuló la íntima relación que tenían los procesos volcánicos y los terremotos en la formación de la cordillera.

Estas son sólo unas pocas de las muchas observaciones geológicas de Darwin que en su momento contribuyeron al avance del conocimiento en temas críticos como el supuesto Diluvio Universal, la edad de la Tierra y la formación de las montañas. Es importante destacar, como él mismo lo hace en la introducción a su magna obra sobre el origen de las especies, que su conocimiento geológico fue decisivo para entender las relaciones entre las especies actuales y las pasadas, que son una de las claves substanciales en las que fundamentó su teoría. ▣

* Profesor Titular Plenario, Departamento de Ciencias Geológicas de la FCEyN e Investigador Superior del Conicet.

Los secretos de las pampas

por Beatriz Aguirre Urreta*

Mucho se asoció a Darwin y su teoría con las Islas Galápagos. En cambio, poco con su viaje por las costas y pampas argentinas (y sudamericanas). En este artículo, algunos ejemplos para probar la trascendencia del viaje del naturalista inglés en su elaboración teórica.



En este año 2009, con los innumerables festejos internacionales relativos a Charles Darwin, se ha escrito tanto que resulta extremadamente difícil decir algo original. Sin embargo, en este breve artículo intentaremos mostrar la importancia que tuvo la estadía de Darwin en nuestro país en la construcción de su teoría sobre la evolución de las especies. El viaje a bordo del HMS Beagle fue el evento más importante en la vida de Darwin, como él mismo recordó muchos años después. Este viaje le permitió transformarse en un valorado naturalista, y le dio oportunidad de coleccionar animales, plantas, minerales y fósiles, así como viajar a través de regiones poco conocidas hasta ese entonces.

Es muy habitual que las personas asocien actualmente a Darwin y a su teoría sobre el origen de las especies con las islas Galápagos y sus famosos pinzones y tortugas gigantes. Pero es el mismo Darwin quien nos da una clara noción de cuán importantes fueron sus estudios en la Argentina, y en otras regiones del sur de Sudamérica, en la primera frase de la primera página de la primera edición de *El origen de las especies*: “Cuando me encontraba como naturalista a bordo del HMS Beagle, me impresionaron mucho ciertos hechos en la distribución geográfica de los seres orgánicos que viven en América del

Recorrido del HMS Beagle por el continente latinoamericano.



Esqueleto de *Sceliodotherium*. Muestra 2009 Año Darwin. Patio central del pabellón II de la FCEyN.

Sur y en las relaciones geológicas entre los habitantes actuales y los pasados de aquel continente. Estos hechos parecían dar alguna luz sobre el origen de las especies, este misterio de los misterios, como lo ha llamado uno de nuestros mayores filósofos”.

Cuando Darwin visitó la región de Punta Alta en las cercanías de Bahía Blanca, al sur de la actual provincia de Buenos Aires, se enfrentó a dos hechos llamativos: el primero de ellos fue el hallazgo de huesos de grandes mamíferos correspondientes a especies indudablemente extinguidas que se encontraban asociados con conchillas de moluscos pertenecientes a especies aún vivientes. ¿Como podía darse tal situación?, seguramente se preguntaba Darwin. En ese momento imperaba la teoría catastrofista del francés Georges Cuvier, que aseguraba que cada período geológico terminaba con un gran cataclismo que borraba de la faz de la Tierra toda vida animal y vegetal, seguido con la creación de nuevas asociaciones de todos los seres vivos. ¡El cataclismo que había destruido a los mamíferos seguramente debería haber sido igual de letal para los moluscos!

El segundo hecho era igualmente sorprendente y significativo: Darwin no sólo encontró restos de caparzones de armadillos gigantes sino que también identificó la mandíbula de otro edentado, así como dientes de roedores muy similares a los de especies que actualmente viven en la misma región geográfica. Las colecciones que había hecho previamente en otras áreas de América del Sur le permitían darse cuenta de que estas faunas actuales son únicas y diferentes de las de otras partes del

mundo. A su vez, mostraban numerosas similitudes con las faunas precedentes y quizás su diferencia más notable se encontraba en el tamaño. Este hecho era inexplicable a la luz de la teoría catastrofista con la destrucción masiva de faunas y creaciones totalmente nuevas, y era a su vez fácilmente entendible si las formas recientes eran descendientes de las fósiles o al menos compartían un ancestro común con ellas.

Queda claro entonces que Darwin analizó, sobre la base de sus observaciones en la región de Punta Alta, un hecho importante para su teoría: el reemplazo temporal de las especies.

Veamos ahora otro escenario significativo del viaje de Darwin en nuestro territorio: las islas Malvinas, visitadas dos veces, aunque en ambas ocasiones Darwin solo recorrió la isla oriental o Soledad. Allí sus reflexiones más importantes en relación a su teoría evolutiva se refieren al zorro de las Malvinas. Este organismo, también conocido como warrah o guará, era un animal robusto con un pelaje tupido de tonalidad pardo-amarillenta, con la punta de los pelos negros. El cuello y las patas eran amarillentos, con el vientre, la garganta y los labios blancuzcos. Medía unos 90 centímetros de largo desde el hocico hasta el nacimiento de la cola, y ésta alcanzaba los 30 centímetros. Darwin consideraba curioso que existiese un cuadrúpedo propio de una región geográfica tan pequeña. No sólo era esta especie diferente de cualquier otra especie de zorro en el continente sudamericano, sino que también parecían diferir las formas que habitaban cada una de las dos islas mayores del archipiélago de Malvinas.

Podemos concluir entonces aquí que Darwin analizó, sobre la base de sus observaciones en las Malvinas, otro hecho importante para su teoría: el reemplazo geográfico de las especies.

Vale la pena aquí agregar otro dato que nos muestra la agudeza de las consideraciones de Darwin. En su segunda visita a las islas, en 1834, notó la gran disminución de los guarás y escribió lo siguiente: “El número de esos zorros disminuye con rapidez; han desaparecido ya de la mitad de la isla que se encuentra al oriente de la lengua de tierra que se extiende entre la bahía de San Salvador y el estrecho de Berkeley. Dentro de algunos años, cuando estas islas estén habitadas, sin duda a ese zorro se le podría clasificar, como al dodo, entre los animales desaparecidos de la superficie de la Tierra”. En este caso es de lamentar la claridad de las reflexiones de Darwin: se cree que el último ejemplar de guará fue abatido en el año 1876 por un estanciero inglés.

Es muy posible que las conclusiones de Darwin sobre el zorro de Malvinas referidas al aislamiento geográfico lo ayudaran en el momento de analizar las relaciones de los animales de las islas Galápagos, en especial inicialmente sus calandrias y tortugas gigantes. A pesar de que hoy se asume que Darwin no tuvo ninguna revelación evolutiva importante mientras estuvo en las Galápagos, es muy posible que sin esta experiencia inicial de aislamiento geográfico no hubiera estado preparado para cuestionar más tarde el origen de los organismos que encontró allí.

Hay muchos ejemplos más para analizar, tales como las dos especies de ñandúes americanos o las peculiaridades del “pato vapor”, pero sirvan estos casos analizados para afirmar que las observaciones realizadas por Darwin en nuestro país a lo largo de más de dos años de permanencia fueron el germen inicial de su famosa Teoría sobre la Evolución de las Especies. | ▣

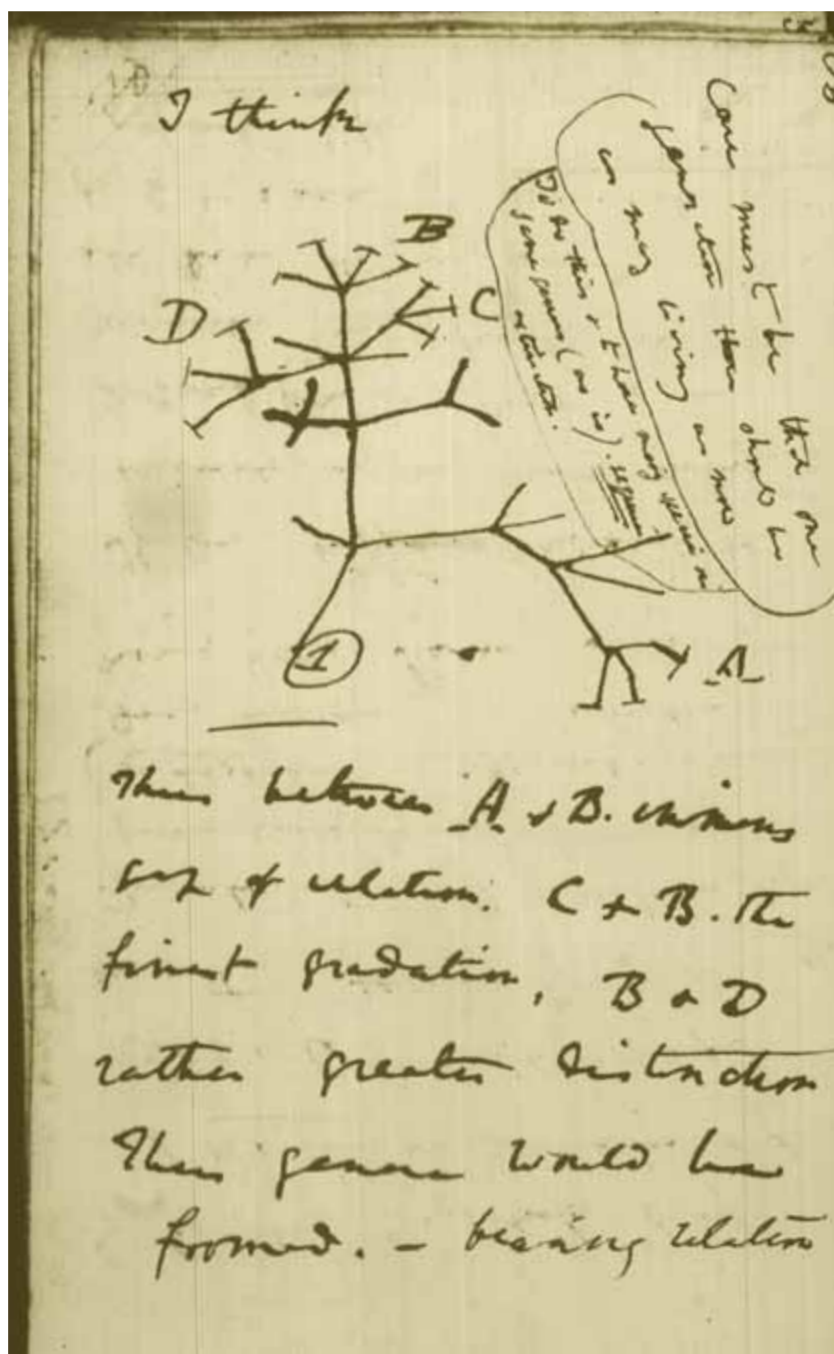
*Profesora Titular del Departamento de Ciencias Geológicas de la FCEyN e investigadora del CONICET.



Darwin, hoy

La Teoría de la Evolución permitió un inmediato desarrollo de las ciencias naturales poco después de su difusión a nivel mundial. Pero, en la actualidad, las posibilidades que arrojan la biología molecular y la genética permiten no solo reafirmarla en su vigencia sino que también motoriza un amplio abanico de nuevas investigaciones.

Por Viviana Confalonieri*



El aporte de la obra *El origen de las especies*, que propone la Teoría de la Evolución por Selección Natural, ha permitido el avance de numerosas disciplinas dentro de la Biología, como la Genética, la Biología Molecular, la Sistemática, la Ecología, y también ha dejado sus huellas sobre otras áreas del conocimiento, como las Ciencias Económicas.

La Teoría de la Evolución, que fuera vapuleada en sus comienzos, propone un mecanismo muy sencillo según el cual las poblaciones de organismos se adaptan a las condiciones cambiantes del medio ambiente, modificando su acervo genético, y de esta manera “evolucionan”. La fuerza que promueve esta adaptación es la selección natural, por medio de la cual aquellos organismos mejor adaptados al medio ambiente dejarán en promedio más descendientes que aquellos individuos menos adaptados. De esta forma, las características genéticas de estos individuos “más valiosos” para ese momento particular de su historia, irán aumentando paulatinamente su frecuencia en las generaciones siguientes, promoviendo una mayor adaptación de toda la población en su conjunto. Este proceso gradual puede llevar a un grado tal de diferenciación genética, que hace posible que surja una nueva especie.

Variación, adaptación, especiación, transformación de una especie en otra, evolución, árbol de la vida. Todos términos en los que se explayó Darwin, y que unió hábilmente como piezas de un rompecabezas, elaborando una

Boceto del "Árbol de la vida" en los Cuadernos de la *Transmutación de las especies*, 1837.



teoría que sigue vigente hoy día, y está tan fundamentada como la Ley de Gravedad, la Teoría de la Relatividad o la Tectónica de placas.

El darwinismo sigue influyendo en la ciencia moderna de una manera abrumadora y podrían citarse muchísimos ejemplos al respecto.

La reconstrucción de las relaciones genealógicas o evolutivas entre todos los seres vivientes fue y sigue siendo un objetivo primordial para muchos biólogos evolutivos, desde que Darwin acuñara el término “Árbol de la Vida”. Él fue quien reinterpretó la clasificación jerárquica linneana de los organismos —especies agrupadas dentro de géneros, géneros dentro de familias, familias dentro de órdenes, órdenes dentro de clases— sosteniendo que dicha agrupación sería natural, y que se debería simplemente a relaciones de sangre o “parentesco”. Estas agrupaciones responderían al hecho de compartir un antepasado común más cercano que con otros individuos pertenecientes a otros grupos. “Y así, todas las formas de vida en el universo se podrán dividir en grupos, dentro de otros grupos”. Nuestras clasificaciones pasarán a ser, en la medida que esto se pueda hacer, “genealogías” (Capítulo XV, *El origen de las especies*). Una clasificación natural, basada en relaciones de parentesco, requería para Darwin de una genealogía, es decir del conocimiento de todos los antepasados comunes de todos los grupos de especies. Tarea harto difícil, si la hay.

Tuvieron que pasar casi 100 años para que se desarrollaran los primeros algoritmos que permitieran reconstruir un árbol evolutivo o “árbol filogenético”. Y hablamos de “reconstrucción” y no de “construcción”, porque es obviamente imposible saber cuál es el verdadero árbol filogenético. Fue el entomólogo alemán Willi Hennig, en 1950, quien diseñó un método que permitiría inferir las relaciones biológicas entre organismos, basándose en un conjunto de caracteres, es decir en variaciones en ciertos rasgos morfológicos supuestamente “homólogos” (que surgen de la transformación de un carácter que estaba presente en el

antepasado común). Nace de este modo el “análisis cladístico”, que sigue vigente hoy en día. Desde entonces esta disciplina ha tenido un crecimiento incesante. Se propusieron otros algoritmos, que siguen distintos criterios de elección entre distintas hipótesis filogenéticas (árboles), y se usaron nuevos caracteres, como el Acido Desoxiribonucleico (ADN), surgiendo así las hoy llamadas “filogenias moleculares”.

En la actualidad, estos métodos de reconstrucción filogenética no sólo se aplican con fines clasificatorios, sino que también sirven para investigar temas tan variados como puede ser el camino de infección de un virus en poblaciones humanas, la evolución del arsenal de toxinas presente en víboras venenosas o el surgimiento de proteínas “anticongelantes” en organismos de sangre fría que viven a temperaturas bajo cero, como los peces marinos polares. También permiten contrastar hipótesis acerca de cómo surgieron distintos sistemas genéticos de determinación del sexo en un cierto grupo de organismos, o las posibles vías de infección de bacterias que provocan alteraciones en el sistema reproductivo de muchos insectos. Por último, las filogenias moleculares han permitido avanzar enormemente en cuestiones de interés tan general como puede ser el origen de la vida, o el origen de la especie humana.

La teoría darwinista, desde los albores del siglo pasado, alentó a muchísimos investigadores a buscar rasgos morfológicos, cromosómicos o bioquímicos, que tuvieran un significado adaptativo, es decir, cuyo mantenimiento en las poblaciones naturales pudiera ser explicado por selección natural. Sin embargo, es en estas últimas décadas cuando la publicación de trabajos que persiguen este mismo objetivo aumenta de una manera sorprendente. Este crecimiento se debió fundamentalmente al gran desarrollo que tuvo en paralelo tanto la biología molecular como las ciencias informáticas, pudiéndose desarrollar métodos estadísticos que permitieran evaluar la acción de la selección directamente sobre la molécula de ADN.

Como ejemplo podemos citar un estudio reciente realizado en poblaciones humanas, por investigadores de distintas universidades de Estados Unidos, Italia, Sudán, Kenya, Tanzania y el Reino Unido. En la mayoría de los humanos, la habilidad para digerir la lactosa, el principal carbohidrato presente en la leche, declina con la edad debido a que decrece la expresión de la enzima que la digiere. Sin embargo, algunos individuos, particularmente aquellos que pertenecen a ciertas culturas que desde tiempos remotos se dedicaron a la domesticación del ganado vacuno, conservan la capacidad de digerir la lactosa hasta la adultez. Estos individuos poseen el rasgo llamado “persistencia de la enzima lactasa”, que tiene una incidencia muy alta en poblaciones europeas del norte, decrece hacia el sur de Europa y Medio Oriente, y es muy baja en poblaciones no pastoriles de Asia y África. Evidencias arqueológicas sugieren que la domesticación del ganado vacuno habría surgido hace aproximadamente 7.700-9.000 años al sur de Egipto, y hace 7.000-8.000 años en el Medio Oriente. Un estudio molecular realizado por los investigadores arriba mencionados, en distintas poblaciones de Sudán, Kenia y Tanzania, demostró que la variante genética que permite digerir la lactosa de manera persistente hasta la adultez, habría surgido hace aproximadamente 7.000 años, y habría sufrido una presión de selección muy fuerte que le habría permitido expandirse a un gran número de individuos en estas poblaciones africanas, que se dedicaban desde esa misma época a la cría del ganado vacuno y a consumir leche hasta la adultez.

El anterior es un ejemplo extraordinario de adaptación a un cambio de tipo cultural, que permitió la utilización de un nuevo recurso que pasó de ser escaso a ser abundante. Un ejemplo que demuestra la teoría darwiniana con todas las herramientas biotecnológicas de las que disponemos hoy en día, y que hubiera maravillado, sin lugar a dudas, al mismísimo Charles Darwin. **□**

* Docente del Departamento de Ecología, Genética y Evolución de la FCEyN, Investigadora Principal CONICET.

Darwin para los argentinos

La visita a nuestras tierras del naturalista inglés, cuando joven, pasó desapercibida. No así sus ideas, que llegaron casi 50 años después generando debates fervorosos y recepciones diversas. Sarmiento, Burmeister, Ameghino y Estrada, entre los combatientes.

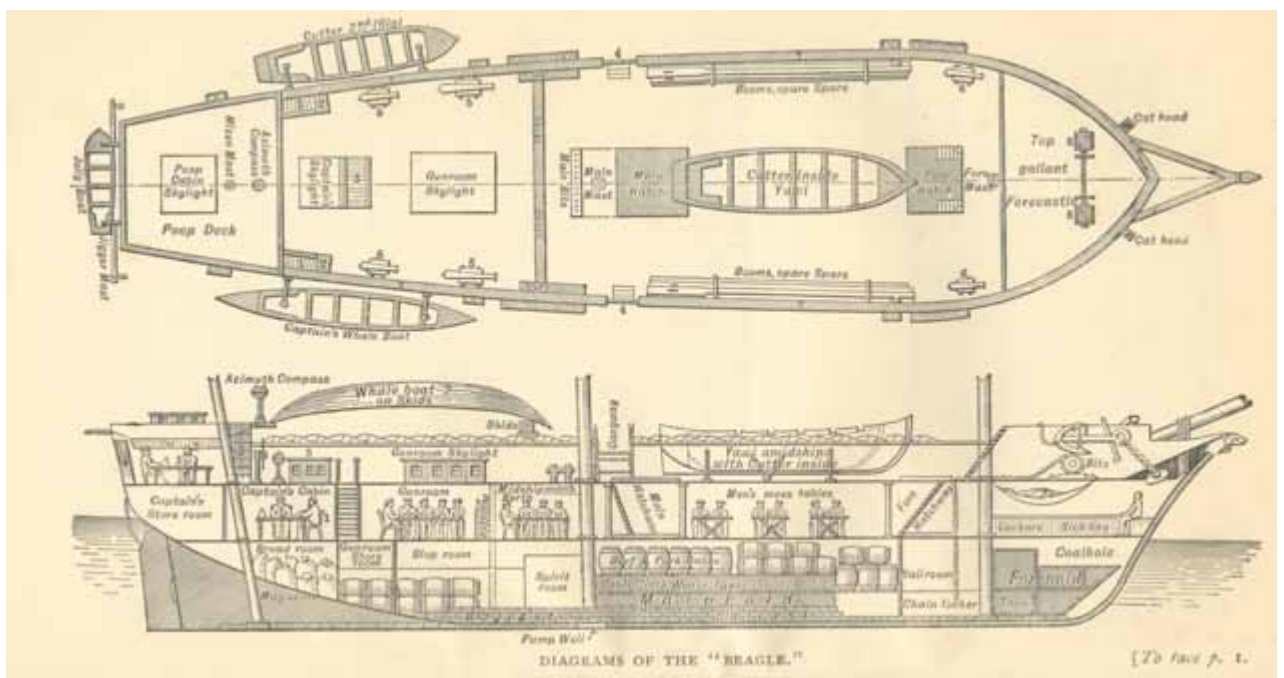
por Alberto Onna*

Cuando el joven inglés veinteañero Charles Robert Darwin tomó contacto con el territorio de las Provincias Unidas del Río de La Plata, lo hizo en calidad de naturalista del *HSM Beagle*, comandado por el capitán Robert Fitz Roy. La misión principal de la expedición del *Beagle* fue la de cartografiar las costas sudamericanas y en especial, las patagónicas. Se inscribía dentro de los planes geopolíticos del almirantazgo británico, en cumplimiento de la política colonialista del imperio británico, lanzado a la búsqueda de nuevos mercados donde colocar

la creciente producción generada por la Revolución Industrial. Tales planes incluían el conocimiento minucioso del medio geográfico y el relevamiento de los recursos naturales y humanos de las regiones exploradas, potenciales nuevos territorios coloniales o neocoloniales británicos. Prueba de ello lo constituyeron las fallidas invasiones inglesas de 1805 y 1806 a Buenos Aires o la ocupación permanente de las Islas Malvinas a partir de 1836 y el creciente interés de los inversionistas ingleses por estas regiones durante la primera mitad del siglo XIX. Por supuesto que los

planes incluían, en lo posible, también la obtención de nuevos conocimientos científicos que dieran prestigio y cimentaran el progreso de la corona y la sociedad victorianas.

En esa oportunidad, la presencia física del joven Darwin pasaría casi inadvertida para la sociedad argentina. Sin embargo, su pensamiento, plasmado en sus obras, recalaría medio siglo más tarde en estas latitudes, generando polémicas y apasionamientos, que en nuestro medio asumieron algunas características distintivas y otras similares respecto de las de otras sociedades.



Vistas en planta y en sección del HMS Beagle, acondicionado para el viaje en el que participó Charles Darwin entre los años 1832-1836



El intento de comprender las diferencias y similitudes acaecidas en los distintos países respecto de la recepción del darwinismo condujo al desarrollo de los estudios comparados en la nueva historiografía darwiniana. Esta historiografía no es un nuevo internalismo sino una apertura al contexto social siempre visto a través del prisma de la textura fina del pensamiento de Darwin, un epifenómeno producido por la naturaleza y estructura de los cuadernos y la correspondencia de Darwin. Para intentar una suerte de “mediación” entre las ideas científicas y el contexto social, se hace necesario un examen pormenorizado de toda la variedad de estímulos científicos y extracientíficos que influyeron sobre Darwin.

Los estudios comparativos de recepción de ideas científicas desmienten las interpretaciones de que existiría una clara división entre la recepción “científica” y la recepción “popular”. Esta distinción resulta ilusoria al no tener en cuenta las interrelaciones culturales que se establecen entre las diferentes áreas de la cultura de una sociedad: en este caso, entre la teoría darwinista y los componentes extracientíficos que interactuaron con ella.

Los estudios comparativos de la recepción del darwinismo se iniciaron luego del primer centenario de la publicación de *El origen de las especies*. Al principio, éstos se centraban en plazas científicas como Londres, Boston, Berlín, Jena; luego, hacia 1988, ampliado a ciudades como Florencia, Turín, La Habana y Hunan. También se iniciaron en la década de los 90 estudios comparados en Latinoamérica.

La recepción del darwinismo en América Latina estuvo signada por el rol que le tocó jugar junto al ideario positivista en el contexto mundial a partir de la segunda mitad del siglo XIX. En Europa, el positivismo estuvo fuertemente determinado por el pensamiento y la cultura científica desarrollados a partir de la Ilustración y de la Revolución Industrial. En cambio, en América Latina la cultura científica, desarrollada en buena medida durante el siglo XVIII en las colonias españolas, se interrumpió

durante las guerras independentistas. Recién hacia finales del siglo XIX se logró reorganizar las instituciones científicas, y entonces, el positivismo actuó como catalizador en la recuperación de la cultura científica. Así, el positivismo constituyó el ideario programático que definieron las reformas educativas y la inserción cultural de la ciencia en América Latina.

La recepción del darwinismo en América Latina estuvo marcada por la preeminencia de las obras de Haeckel, con énfasis en mecanismos lamarckianos y en el recapitulacionismo, reforzado en varios países por la divulgación del transformismo lamarckiano francés y, en otros, por la demora del debate darwiniano hasta finales del siglo XIX, cuando la selección natural había ya entrado en su período de “eclipse”.

La introducción de las ideas evolucionistas de Darwin en nuestro país ocurrió después de 1862, dado que en la polémica que José Manuel Estrada con Gustavo Minelli, un profesor italiano que dictaba Historia Natural en la Universidad de Buenos Aires, no hubo mención a Darwin y sí a las concepciones transformistas de Lamarck. La primera mención del darwinismo parece haber sido formulada por Hermann Burmeister en 1870; los comentarios del naturalista alemán sobre la obra de Darwin eran críticos respecto a cuestiones de orden metodológico y epistemológico.

Además de Estrada, hubo otros oponentes a las ideas darwinistas, como por ejemplo, Pedro Goyena. Ambos representaban a los sectores católicos de la sociedad porteña. En el campo específicamente de las ciencias naturales, se oponían el ya citado Hermann Burmeister y Carlos Berg, naturalista ruso.

En el bando de los defensores desollaron Domingo F. Sarmiento, Eduardo Holmberg y Florentino Ameghino.

Lo interesante del tema de la introducción y difusión del darwinismo es que éste se propagó rápidamente, pero superando casi inmediatamente la esfera estricta de las ciencias biológicas: la sociedad argentina distaba mucho

de ser la sociedad victoriana que había engendrado a Darwin y su teoría; sin embargo, las clases dirigentes del país compartían en muchos sentidos el mismo ideario, en especial el ideal de progreso y su par asociado: el orden.

El uso social que de la teoría de Darwin hizo la dirigencia argentina se basó en la legitimidad que poseían las prestigiosas ciencias naturales frente a la sociedad. De este modo, las clases dirigentes tomaron algunas ideas darwinistas, aprovechando el principio de autoridad que emanaba de ellas, aplicándolas en un sentido socialdarwinista al resto de las esferas sociales; así, no sólo se justificaban ideas racistas, sino también desigualdades sociales, apelando a la “supervivencia del más apto”.

De este modo, las ideas darwinistas alcanzaron a adquirir un carácter de “fe secular”, en reemplazo de la religión milenaria, que sirvió de soporte para dar coherencia filosófica al proyecto que en lo social intentaba implementar la élite gobernante. Entre los objetivos específicos que conducirían a concretar el objetivo final de transformar a la Argentina en una potencia hegemónica en la región, estaban poblar el “desierto”, extender las fronteras agrícolas-ganaderas, crear industrias, mejorar la “calidad racial” de la población, consolidar las fronteras, institucionalizar definitivamente al país e integrar la nacionalidad. Para cada una de estas consignas, las ideas darwinistas justificaban y guiaban de alguna manera el accionar político de la élite gobernante.

Signo del vigor que había tomado el darwinismo en la época de la muerte de Darwin, fue el funeral cívico que el 30 de mayo de 1882 se realizó en el Teatro Nacional de Buenos Aires con la participación de varias bandas de música y unos tres mil asistentes, con larguísimo discursos por parte de Sarmiento y Holmberg, en los que, además de exaltar la figura del homenajeado, declaraban los principios del proyecto de la generación del ochenta. ▣

*Profesor Adjunto de Historia de la Ciencia, Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias, FCEyN UBA

Revolución

Charles Darwin dio vuelta de un plumazo el concepto medieval sobre la vida, y habilitó a pensar y descubrir un mundo complejo, en las antípodas de las explicaciones míticas. Sorpresa: las causas materiales eran las que movían la realidad biológica y permitían explicar los fenómenos naturales.

por Estaban Hasson*

La teoría de Charles Darwin es una de las más revolucionarias en el pensamiento occidental. La visión que prevalecía hasta su aparición era la de un mundo estático, esencialmente idéntico a la perfecta creación divina. A partir de esa idea, las especies habían sido creadas en forma individual y tal como lo son hoy en día. Incluso, se consideraba que ninguna especie se había extinguido.

Si bien los geólogos habían comenzado a sospechar y entender que la Tierra tenía una larga historia vital, fue Darwin quien extendió esta idea a la materia viva, lo que también incluía al hombre: el orden natural era el cambio. Además, los hallazgos de restos fósiles de formas que ya no existían ponían dudas acerca del mito de la creación.

Otra creencia general del siglo XIX era que las causas de los fenómenos estaban en los designios de Dios. El aporte fundamental de Darwin fue la demostración de cómo las causas materiales pue-

den explicar los fenómenos naturales, a pesar de su aparente diseño y propósito. Fue así que uniendo el concepto de variación al azar, producida independientemente del efecto que ocasiona al individuo portador de la nueva variante, y el de selección natural como principio ordenador de la variación, Darwin hizo que las explicaciones teológicas o espirituales de los procesos de la vida aparecieran como superfluas.

Una vez que el marco evolutivo reemplazó a la idea de la creación, comenzó a aceptarse que las características de los seres vivos solamente podían ser comprendidas a la luz de su historia. Es decir, que las características de los organismos se modifican a partir de estados previos, los cuales determinan que solamente puedan alcanzarse algunos de muchos posibles estados. Este concepto, denominado "contingencia histórica", es importante en evolución y una de las contribuciones más importantes de la biología evolutiva: la condición de un sistema vivo, o de su ambiente, determina cuál de los muchos caminos seguirá un sistema.

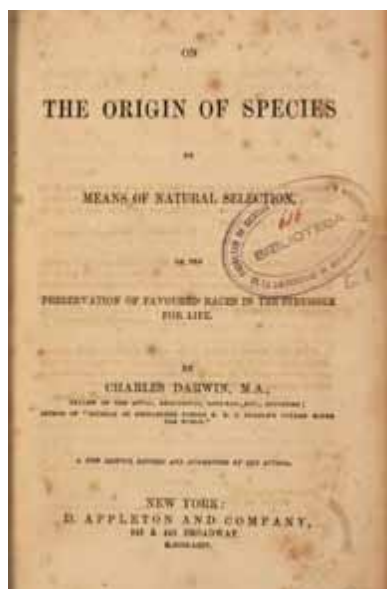
Otro aporte de Darwin fue que al establecer a la selección natural como mecanismo que ordena la variación hereditaria, la variación pasa a ser un elemento central, rompiendo con la tradición platónico-esencialista que había dominado el pensamiento occidental. Esta filosofía se basaba en el concepto de los "eidos", las formas ideales trascendentes que son imitadas de manera imperfecta por sus representaciones terráneas. Así, todas las cosas tendrían una esencia eterna e inmutable, y los individuos reales serían sólo repre-

sentaciones imperfectas de los eidos. Darwin, en cambio, defendió la idea de que las especies no tienen esencias, postulando que todas las características de las especies pueden variar si la selección natural u otro proceso alteran las frecuencias de las variantes, entonces, dado suficiente tiempo, las especies pueden cambiar radicalmente, incluso hasta dar lugar a nuevas especies.

Antes de Darwin, la respuesta que se le daba al porqué del estado actual de los organismos vivos estaba basada en los propósitos. Detrás de éstos, solamente podía existir una mente inteligente y previsor, y, por lo tanto, cualquier pregunta conducía a Dios, con sus propósitos de beneficio o castigo para los hombres. A partir de la propuesta de la teoría de selección natural, Darwin proveyó un mecanismo causal para explicar las adaptaciones de los organismos: las flores vistosas de muchas plantas no fueron diseñadas para propagar la especie, mucho menos para nuestro deleite, son el resultado de un mayor éxito reproductivo que las flores menos vistosas. Las plagas no constituyen un castigo divino, sino que aquellas variantes que conferían ventajas a la hora de obtener nutrientes a partir de la producción humana pudieron sobrevivir y reproducirse mejor.

No necesitamos invocar ni encontrar evidencia en favor de ningún diseño ni propósito en ningún lugar del mundo natural, excepto en las creaciones humanas que nuestros ancestros, desde *Homo habilis* han diseñado como herramientas para manipular el ambiente. |

* Profesor Titular del Departamento de Ecología, Genética y Evolución de la FCEyN e Investigador Principal del CONICET



Portada del Origen de las especies. Biblioteca Central, FCEyN.

Filtros para mejorar la calidad del agua

Amalgama de esfuerzos

por Paula Vincent*
paula_vin@hotmail.com



Indispensable para la vida, el agua a veces puede ser fuente de males. Qué hacer cuando está contaminada y escasea. Un ejemplo es el proyecto multidisciplinario para la elaboración de filtros en Misión Nueva Pompeya, localidad del noroeste chaqueño, de unos cinco mil habitantes, el 60 por ciento de los cuales pertenece a la comunidad wichí.

Parten de Retiro con equipaje de mochilero, botas “todo terreno”, y muchos bártulos: frascos esterilizados, portaobjetos, microscopios, maquetas y afiches. Tienen un largo camino por delante. Y antes de llegar a destino todavía tendrán que descargar y cargar varias veces, transitando asfalto, ripio, tierra, polvo, y también algo de barro, si hay suerte y llueve. Un largo viaje que rompe la barrera de dos culturas, y de olvidos oficiales. Hacia allá: hacia el Impenetrable chaqueño.

Tras el primer viaje, en octubre de 2006, los resultados de los análisis que realizó en Misión Nueva Pompeya el equipo de la doctora Graciela Garbossa, investigadora en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, fueron de temer: en los alrededores de esa ciudad del norte chaqueño, el 91,5 por ciento de la población estudiada presentó parásitos en sus intestinos. Las cifras se reducen un poco cuando se analiza la población del casco urbano, pero cuando

el estudio se acota a los más pequeños, se torna escalofriante: el 95 por ciento resultó parasitado, la mayoría con más de tres especies distintas en el mismo chico; y todos los de cuatro años de edad tienen desnutrición aguda. Sí, todos.

El grupo de Exactas realiza su trabajo con subsidios de “Exactas con la Sociedad”, programa creado por la Facultad a fines de 2005 para favorecer los proyectos de extensión universitaria que aporten soluciones a problemas concretos de la sociedad. Asimismo, obtuvo un subsidio UBANEX, de la UBA, también destinado al desarrollo de proyectos de extensión.

La comunidad de Misión Nueva Pompeya tiene un problema muy grave. “Las parasitosis les acarrea inconvenientes con su nutrición, con el crecimiento, con el rendimiento escolar. Pero además de las parasitosis están las diarreas provocadas por bacterias, el aislamiento que tienen en el monte, la falta de alimentos, la falta de educación, la discriminación”, reflexiona Garbossa, y su mirada refleja la impotencia ante tantas necesidades acumuladas.

Pero ¿cuál es la fuente de contagio de tanto bicho? A poco de andar por esas tierras, los investigadores hallaron la respuesta: “Los parásitos encontrados están asociados con la ingesta de agua en malas condiciones de potabilidad. Cuando preguntamos a la población cuál era su fuente de bebida nos contaban que utilizaban aguas de lagunas o de cisternas”. Las cisternas son depósitos que deben ser llenados por las autoridades municipales con agua potable o potabilizada (agua del río tratada y transportada por un camión cisterna). En la mayoría de los casos, las condiciones de potabilidad se pierden, porque no todas tienen tapa, algunas, incluso, están al ras del piso y hasta se pueden encontrar animales muertos dentro.

En el monte, en la zona rural alrededor de Misión Nueva Pompeya, la comunidad consume agua superficial de lagunas. “En realidad, éstas son depresiones del terreno que se llenan con agua de lluvia, sistemas cerrados que no reciben ni afluentes, ni tienen efluentes. Son hon-



Los estudios realizados por el grupo de la FCEyN indicaron que la fuente de contagio de las parasitosis se debe principalmente a la ingesta de agua en malas condiciones de potabilidad de lagunas o de cisternas.

donadas de 200 a 400 metros de diámetro. A lo largo del año se consume, se evapora, pero no hay renovación del agua”, describe esta científica, docente de Análisis Biológicos II de Exactas. En la población hay una reinfección constante a través del agua de las lagunas. Nunca se corta el ciclo y las personas no tienen acceso a un tratamiento farmacológico o medidas de infraestructura que les impidan volver a infectarse. Una de las becarias explica: “Un tratamiento de desparasitación serviría de poco, porque si el agua sigue estando contaminada, a los pocos meses volvemos al mismo cuadro”. Luego duda y afirma: “para volver al mismo estado que encontramos se necesitan más que meses, pero a la larga se vuelve”.

En busca de avanzar hacia una solución de raíz, hoy Garbossa impulsa un método de purificación del agua que bebe la población. Para llevarlo adelante, cuenta con los protagonistas de esta historia: su grupo de investigación perteneciente al Departamento de Química Biológica de la FCEyN, docentes y alumnos del Seminario Interdisciplinario para la Urgencia Social de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, dos docentes del Instituto Universitario Nacional del Arte (IUNA) y maestros y alumnos de la

Escuela Intercultural Bilingüe Cacique Francisco Supaz del departamento Gral. Güemes de la provincia del Chaco.

El trabajo multidisciplinario permitió ir resolviendo las distintas aristas de este proyecto integral. El objetivo es que la población pueda construir con materiales autóctonos “coladores” de cerámica con agujeros muy chiquitos que obstruyen el paso de los parásitos y bacterias. Este recipiente filtrante se recubre internamente con plata coloidal, que cumple la función de eliminar los microorganismos retenidos. El filtro se coloca dentro de otra vasija que funcionará como recipiente del agua colada. Ludmila López Arias y Sofía de la Fournière, estudiantes de biología, investigaron métodos de purificación de agua, adaptando un proyecto nicaragüense a base de arcilla y aserrín. Los alumnos de diseño industrial delinearon la forma funcional del filtro, los docentes del IUNA buscan resolver la manipulación de las arcillas. “El aserrín, durante el proceso de cocción de la cerámica, se quema y genera poros en la arcilla que permiten retener microorganismos”, cuenta una de ellas.

En un reciente segundo viaje se propusieron trabajar con los artesanos locales para intercambiar técnicas, evaluar la calidad de la arcilla de la tierra y estudiar dónde montar la

Estudiantes de biología investigaron métodos de purificación de agua, adaptando un proyecto nicaragüense a base de arcilla y aserrín. Los alumnos de diseño industrial delinearon la forma funcional del filtro. El objetivo es construir "coladores" de cerámica con agujeros muy chiquitos que obstruyan el paso de los parásitos y bacterias.
Diagrama: Florencia Gay, Clara Vinuesa y Clara Isla Casares



planta piloto de producción de filtros, presentar el proyecto a la comunidad y validar con ella todo el material gráfico que se ha diseñado para escuelas y hospitales. Asimismo, confirmaron la presencia de unas bacterias llamadas coliformes, presentes en el excremento y en las muestras de agua de la mayoría de las lagunas, que son unas veinte.

Por otra parte, los investigadores trabajaron en forma intensiva con los alumnos de 8° año de la Escuela para que tomaran conciencia de la presencia de bacterias en el agua. Los chicos se maravillaron cuando observaron al microscopio la diversidad de microorganismos que puede contener una gota del agua de la laguna.



Acortar distancias

“En el primer encuentro nos costó mucho la comunicación. Las mujeres, las mamás de los nenes, no manejan el castellano ni nosotros el wichí”, comenta María Pía Buyayisqui, becaria del equipo de investigación que trabajó en el relevamiento de muestras ambientales de los estudios parasitológicos y antropométricos (mediciones para determinar el estado nutricional de adultos y chicos).

“El muestreo para el estudio parasitológico era complicado. Había que dar instrucciones, la persona llevaba el frasquito a su casa y debía traerlo con la muestra bien tomada. Hicimos dibujos para ilustrar el proceso. También tratamos de incorporar palabras en wichí”. Sin embargo las primeras entrevistas no surtieron efecto: “Tratábamos de ser lo más expresivos y gesticulábamos mucho. La gente nos escuchaba pero de repente se levantaba y se iba; ellos son muy callados, hablan muy bajito, se ve que nuestros modos les chocaban. Hasta que encontramos un lenguaje que surtió efecto, y nos permitió reunir muestras del 70% de las personas entrevistadas. Ahora, mediante métodos estadísticos, intentamos relacionar el tipo de parásitos con las alteraciones nutricionales encontradas”.

En los estudios realizados en Misión Nueva Pompeya, los análisis estadísticos se complican debido al hecho de que hay muchos tipos de parásitos en cada niño y muy pocos casos negativos. Todos están enfermos, parasitados con dos especies, con más de dos, o parasitados con una especie determinada. Pero no hay un grupo sano para comparar.

Mucho para dar

Después de muchos siglos de hacerles creer que lo suyo no sirve y que tiene que dejarse de lado, esta comunidad wichí está parada entre su cultura y la nuestra, que se les muestra como lo mejor, pero no acceden a los mismos trabajos, ni a la salud. Hoy algunos criollos y originarios trabajan para romper ese falso antagonismo, buscando respetar e integrar la cultura y la lengua nativa a los conocimientos desarrollados en la universidad con la participación activa de la población. Un desafío que enfrenta el abandono gubernamental.

Sin asistencialismo, Garbossa, a través de su trabajo, expresa un criterio poco habitual de cómo ligar el desarrollo científico con las necesidades de la gente. Los aportes para mejorar la salud de esta comunidad son mutuos, parafraseando al maestro de la escuela donde los chicos aprenden wichí y castellano: “no se qué esperan los cambios de ustedes, pero ellos tienen mucho para aportar”. □

*Bióloga, alumna del Curso de Introducción a la Divulgación Científica 2008

El racionalismo científico (primera parte)

por Guillermo Boido gboido@mail.retina.ar y Olimpia Lombardi

En la historia de la filosofía, el *racionalismo* (del latín *ratio*, razón) es una posición que se ha presentado con diferentes manifestaciones a lo largo de la historia, pero se identifica en particular con la tradición que proviene del filósofo y científico francés del siglo XVII René Descartes. Éste sostenía que por medio de la razón es posible descubrir ciertas verdades universales, evidentes de por sí, de las que es factible deducir el resto de los contenidos de la filosofía y de la ciencia. Manifestaba que estas verdades evidentes en sí eran innatas, no derivadas de la experiencia; es decir, depositaba en la mente y las facultades lógicas la capacidad de construir, obtener y justificar el conocimiento. Con ello se oponía a la tesis opuesta, el *empirismo*, que sostiene que toda verdad proviene de nuestra interacción con el mundo por medio de los sentidos, o sea, que reconoce la base del conocimiento en los datos empíricos, tanto de origen psicológico como los que puede proporcionar la experiencia cotidiana. Célebres filósofos racionalistas fueron el holandés Baruch Spinoza



y el alemán Gottfried Wilhelm Leibniz, del siglo XVII; se opusieron a ellos los empiristas británicos John Locke, del siglo XVII, y David Hume, quien vivió en el siglo XVIII.

Pero en el ámbito de la moderna filosofía de la ciencia, la palabra “racionalismo” no se emplea en el sentido anterior. Para los autores del ámbito anglosajón de la primera mitad del siglo XX, y pese a las diferencias que pueden encontrarse en ellos, significa, simplemente, la convicción de que existen ciertos criterios lógicos y controles empíricos de validez universal, ahistóricos, que, convenientemente empleados, permiten la comparación entre distintos puntos de vista y la elección de alguno de ellos con preferencia a otros. En particular, la cuestión afecta al proceso de comparar teorías científicas alternativas y optar entre ambas: para ello, según la posición racionalista, la experiencia y la deducción lógica son suficientes, y no es necesario invocar otras cuestiones tales como la intuición, factores estéticos o religiosos, o bien creencias personales. Los mencionados criterios lógico-empíricos permitirán, por caso, decidir si la teoría de Lavoisier debe ser adoptada en lugar de la teoría del flogisto o a la inversa. El racionalista considera que las decisiones y elecciones que adoptan los científicos en el transcurso de su investigación están guiadas por tales criterios.

No obstante, es necesario distinguir al menos dos formas generales de racionalismo. Según el racionalismo *justificacionista*, los criterios universales que permiten elegir entre teorías científicas rivales justifican la teoría elegida, es decir, prueban su verdad en un sentido fuerte y definitivo. Pero ya en la década

del '30, el gran filósofo Karl Popper señaló que tal forma de racionalismo no es aceptable, pues no es posible probar la verdad de una teoría científica mediante evidencia empírica: ningún conjunto finito de observaciones singulares permite deducir lógicamente los enunciados universales que constituyen las leyes de la teoría. Para utilizar un ejemplo muy trillado, podemos observar cinco, ochenta o cinco mil cisnes blancos, pero nunca podremos de allí deducir y garantizar la verdad del enunciado universal “Todos los cisnes son blancos”. Frente a este postulado, Popper propuso lo que denominó *racionalismo crítico*, que admite la existencia de criterios racionales universales para la elección entre teorías cuya verdad, sin embargo, no puede ser probada concluyentemente. Según Popper, el método hipotético deductivo (véase *Exactamente*, n. 35) brinda tales criterios, que permiten decidir por la “mejor” teoría de un modo objetivo pero provisorio: toda buena teoría es siempre superable por una teoría aún mejor. Filósofos posteriores han modificado los criterios del hipotético deductivismo de Popper y otros autores; no obstante, ningún racionalista ha vuelto a adoptar una posición justificacionista.-

Como señalamos, hasta mediados del siglo XX, al menos en el ámbito anglosajón, predominaron las posiciones racionalistas, si bien los distintos autores no coincidían acerca de cuáles habrían de ser los criterios universales y ahistóricos que permitirían decidir si determinada teoría debe ser considerada más adecuada que otra. Pero a partir de allí surgieron alternativas epistemológicas que niegan la posibilidad de establecer tales criterios, es decir, que no son racionalistas. Acerca de estos puntos de vista nos ocuparemos en nuestro próximo artículo. |

Karl Popper (1902-1994) Filósofo, sociólogo y teórico de la ciencia.

Alberto Rex González

Recuperador de pueblos desaparecidos

por Susana Gallardo
sgallardo@de.fcen.uba.ar
Fotos: Diana Martínez Llaser

Se recibió de médico, pero su vocación era la arqueología. Así, se doctoró en antropología, en la Universidad de Columbia, Estados Unidos, adonde había viajado para realizar prácticas médicas. Fue director del Museo Etnográfico de la Facultad de Filosofía y Letras de la UBA, y jefe de la División Arqueológica del Museo de La Plata. Fue pionero en la aplicación en América del Sur del método de datación por carbono 14, y sus trabajos de campo permitieron reconocer la antigüedad de las culturas prehispánicas en el noroeste argentino, que se consideraban mucho más recientes.



¿Rex es un nombre o un apellido?

Es un nombre. Cuando yo nací, en 1918, terminaba la primera guerra mundial, y mi padre, que era un admirador de Alberto I de Bélgica, un rey pacifista, decidió ponerme Alberto Rex.

¿Cómo se despertó su vocación por la arqueología?

En realidad, no empecé por la arqueología, sino por la paleontología. De una pasé a la otra. Yo nací en una ciudad de la Pampa bonaerense, Pergamino, con un arroyo bastante profundo que después se convierte en el río Arrecifes. A la orilla de ese arroyo era frecuente el hallazgo de fósiles cuaternarios, de hace alrededor de 14 mil años. En las barrancas, los fósiles estaban a la vista, afloraban, por ejemplo, las corazas de los grandes gliptodontes, pero también había mastodontes, una especie de elefantes de gran tamaño.

¿Cómo reconocía esos restos?

Yo tenía un catálogo de fósiles, publicado por Florentino Ameghino. Era muy fácil, porque estaba bien ilustrado. Uno los miraba y veía la similitud.

¿La lectura de Ameghino influyó en su vocación?

Al principio yo era muy religioso, muy católico, había sido educado en colegio de curas, y creía en el creacionismo, en que Dios había creado todas las especies, se reprodujeron y eran las mismas que había encontrado yo. Es decir, la verdad revelada. Pero cuando tenía diez u once años, cayó en mis manos el libro de Ameghino, que hablaba de la evolución; entonces, cambió totalmente mi cosmovisión. Lo vi claro. De pronto descubrí que había otra verdad: la verdad adquirida, obtenida por el estudio, la verdad científica. De la verdad revelada de la religión pasé a la verdad de la ciencia.

¿Cómo llegó ese libro a sus manos?

Había en mis pagos una biblioteca muy importante, que todavía existe, y un compañero, que murió muy joven, había empezado a leer esas obras, y me transmitió el interés. Así leí a Ameghino y a Darwin. De Ameghino leí su obra sobre la antigüedad del hombre en el Plata. El problema en ese momento era si el hombre había sido contemporáneo o no de las faunas desaparecidas. Ameghino decía que el hombre se había originado en la Patagonia y había sido contemporáneo de especies extinguidas. Ello le valió cuestionamientos muy duros. Él estaba equivocado. Hoy sabemos que el hombre no era tan antiguo como él decía, pero sí sabemos que era más antiguo de lo que se creía en ese momento.

¿Cómo se relaciona la paleontología con la arqueología?

Son dos ciencias distintas, una es ciencia de la naturaleza, la otra es ciencia del hombre. Pero van íntimamente unidas. En las capas geológicas se puede encontrar fauna, restos humanos y también restos de puntas de proyectil, raspadores y otros utensilios. Se buscaban los restos humanos primero, se los localizaba, y luego se trataba de recoger los restos industriales. Pero era más fácil encontrar fauna, y más difícil hallar restos humanos. Yo no los encontré

en el arroyo Pergamino. Pero sí en Córdoba, a orillas del lago de Río Tercero. En el fondo de una gruta que estaban excavando aparecieron restos humanos y útiles de piedra. El hallazgo lo hizo una persona aficionada. Pero yo mandé los restos a un investigador con más experiencia, e hizo la descripción, y se publicó. Algunos aceptaron esa información: que la antigüedad del hombre era mayor de lo que se creía. También había otros que no aceptaban, pero yo estaba convencido de que estaba bien. La polémica estaba abierta.

¿Por qué estaba en Córdoba?

Yo había ido a estudiar medicina a Córdoba, con mis compañeros del Nacional. Pero en las barrancas de los ríos buscaba restos humanos. Me dedicaba más a eso que a estudiar medicina. Mal o bien me recibí de médico. Luego me fui a Estados Unidos para hacer prácticas. Me pagué el viaje trabajando como médico de a bordo en un buque de carga. Pero, cuando llegué a allá, en lugar de dedicarme a la medicina, obtuve una beca para estudiar antropología.

¿Ejerció la medicina alguna vez?

En el barco que me llevó a los Estados Unidos.

Debe tener anécdotas de ese viaje...

Una mañana, yo estaba en cubierta, tomando sol, y el capitán me mandó a llamar: había recibido un telegrama de un barco, pidiendo un médico porque tenían un enfermo grave a bordo. Nosotros no teníamos medicamentos, pero teníamos médico y enfermero. Navegamos toda la noche, y a la madrugada ya estábamos frente al barco, era un petrolero que venía de Australia. Nos mandaron una lancha, así que me largué a ella para traspasar al buque. El paciente era un marinero que estaba con una peritonitis. Si lo abría y hacía algo para drenarlo, lo iba a matar del shock, e iba a tener el remordimiento toda la vida. Le dije que no podía hacer nada,



y que avisaran al puerto más cercano para que tuvieran listo un quirófano, porque a ese hombre había que abrirlo como fuera. Ellos no tenían médico, pero tenían muchos medicamentos. Así que busqué un recipiente con suero, le puse una vía, lo hidraté y le di analgésicos. Yo pensé que se iba a morir, pero, por lo menos, que no sufriera tanto. Finalmente, muchos años después me enteré de que fue operado y se recuperó. Y llamaron al capitán del barco para agradecer los servicios prestados.

Usted se fue como médico y volvió siendo antropólogo.

Fui a Columbia y la idea era entrar como médico en cualquier servicio y hacer práctica médica, pero me metí en la carrera de antropología e hice un PhD. Luego me encontré con que tenía dos títulos, y eran incompatibles entre sí. O era médico o era arqueólogo, y mi vocación era la arqueología. Tenía que decidir. Cuando volví, hice un viaje a la Patagonia, estuvimos en la cordillera tres meses haciendo arqueología, y me decidí, nunca más volví a la medicina. Parte es la voluntad, parte el azar, lo que determina nuestro destino. Fue una decisión difícil, porque no era fácil vivir de la arqueología, aquí no había una carrera. Pero, cuando se creó el Conicet, me presenté inmediatamente, entré a trabajar e hice allí toda la carrera. Y eso me dio la posibilidad de vivir haciendo lo que me gustaba. Eso fue extraordinario.

¿Cuál fue el hallazgo más emocionante?

El de la cueva de Intihuasi, en la provincia de San Luis. En el libro de Ameghino, yo había leído una referencia a esa cueva. Porque un investigador francés, que había visitado el sitio, decía que era muy antiguo y que podrían encontrarse restos. Leí ese artículo y me quedé impresionado. Tal vez estaba predestinado. No puedo expli-

carlo, pero se me puso la idea de que yo tenía que ir allí. Pasaron los años y tuve la oportunidad de visitar ese lugar.

¿Qué fue lo que encontró allí?

En ese momento se estaban haciendo excavaciones para construir un acceso a la gruta, y aparecían puntas de flecha, raspadores, toda una serie de instrumentos líticos que yo ya había aprendido a distinguir. Los excavadores no le daban importancia a esos objetos, los tiraban. En esa ocasión se me había puesto que yo tenía que ir a excavar.

Y finalmente fue...

Cuando llegué, vi que los sedimentos tenían muchos restos. Y empecé a emplear la técnica de la estratigrafía, que se conocía en Estados Unidos, en particular en Arizona. Y encontré que había una superposición muy clara de culturas, todas de cazadores de guanacos y ciervos, y recolectores de huevos de avestruz y frutos. Con el estrato más antiguo se hizo el primer fechado de carbono 14 en la Argentina. Ya se comenzaba a aplicar el carbono radioactivo en Estados Unidos. Cuando leí artículos sobre esa técnica, me pareció extraordinario, era la solución de un problema muy difícil, que los arqueólogos habían tenido por siglos, cómo fechar las culturas. Uno encontraba una cultura en una capa, pero no había forma de saber qué edad tenía. Con el carbono 14 todo era más sencillo, se juntaba un poco de material (generalmente, restos de fauna), se mandaba al

laboratorio, y se obtenía la fecha. Pero en ese momento había pocos laboratorios y cada fechado era muy costoso.

Cuando tuvo la fecha, ¿qué pasó?

Estuve un año esperando, con gran ilusión. La ciencia oficial de ese momento decía que esos restos eran recientes, de la época de la conquista, siglo XVI. Pero el análisis dio que tenían unos ocho mil años. Fue un asombro total, produjo una gran conmoción. Algunos decían que el método no servía, pero yo tenía fe en que el procedimiento era bueno.

**¿Qué es lo que mueve a un arqueólogo?
¿Qué es lo máximo a lo que aspira?**

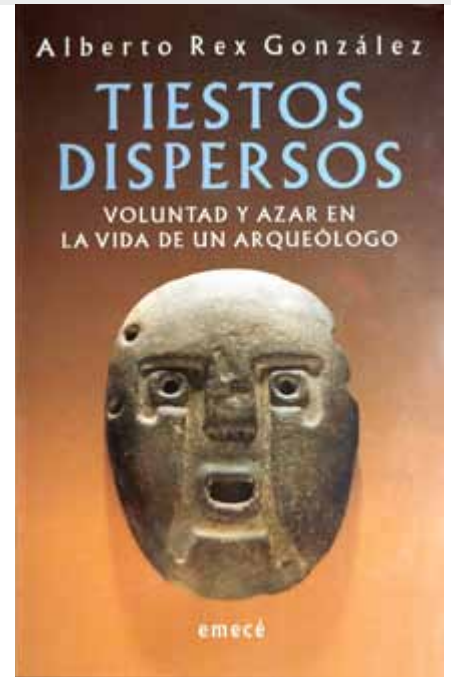
Reconstruir el proceso evolutivo de las culturas desaparecidas, culturas de cuya existencia no teníamos la menor idea. Y uno encuentra un modo de vida, una cultura de un grupo grande de gente, que existió, y tuvo sus palabras, sus aspiraciones, sus deseos, evolucionó a través del tiempo, y desapareció, por las circunstancias que dispone la propia naturaleza, la propia existencia.

¿Cómo se relaciona la evolución cultural con la evolución biológica?

Una responde a una ciencia, la biología, y la otra responde a la ciencia de la cultura. Los parámetros y los principios que rigen una y otra son distintos. El proceso de evolución cultural tiene sus propios parámetros, porque interviene la voluntad y el deseo del hombre, que traza la línea hacia donde se dirige.

¿En la cultura también hay una adaptación?

La evolución cultural también es una forma de adaptación al medio para poder subsistir. Es un principio darwinista: la subsistencia, la perduración. El hombre fabrica los utensilios para poder sobrevivir en un medio artificial, creado. Pero rigen otras leyes que en la biología.



¿La arqueología tiene un vínculo con el arte?

Los restos que estudia el arqueólogo no son sólo los objetos utilitarios, como las puntas de lanza, los proyectiles y los cuchillos de piedra, sino que también estudia otros restos, y entre estos se encuentran las creaciones del hombre, que no tienen un fin utilitario. Hay un grado de aplicación simbólica, o un uso de las formas que tienen importancia desde el punto de vista estético. Eso pone en contacto al arqueólogo con el mundo del arte. Y pasa de un ámbito a otro sin quererlo. La línea que divide a ambos a veces es difícil de determinar.

¿Cuál fue su mayor aporte?

Difundir la técnica del carbono 14. Sobre todo, el interés que traté de despertar y que se tradujo en la creación del Laboratorio de Tritio y Radiocarbono, que todavía funciona en el Museo de Ciencias Naturales de La Plata. Uno de los problemas importantes que tenía el arqueólogo cuando encontraba restos de una cultura era el fechado. Saber en qué época había vivido esa cultura, para determinar quiénes habían vivido antes y quiénes después. Hacer la secuencia, esto era muy importante, y los métodos anteriores al carbono 14 eran relativos. Había cuatro o cinco técnicas. Había culturas que tenían su fechado, por un método u otro. Una de ellas era la egipcia, y las culturas del Mediterráneo relacionadas con ella. Se encontraban objetos en una capa, restos de tal dinastía, que ya estaba fechada, entonces, una capa superior, era más nueva. En Creta, por ejemplo, se encontraban restos que se



vinculaban con tal dinastía, que ya estaba fechada, entonces se podía datar. Pero no teníamos un procedimiento absoluto, y era un obstáculo grande, especialmente para etapas muy antiguas.

¿Qué le brinda la arqueología a la sociedad?

Si no tenemos cronología no tenemos historia. Nos brinda el conocimiento de pueblos distintos, la relación de unos con otros, eso es básico. Cuáles vinieron primero, cuáles después. Al conocer la secuencia, también conocemos el proceso evolutivo, el desarrollo de ciertas tendencias. Durante mucho tiempo, sobre todo para los primeros cuarenta mil años, se carecía de secuencia. El descubrimiento del carbono 14 fue tan importante que le valió al descubridor, Willard Libby, el premio Nobel, en 1960.

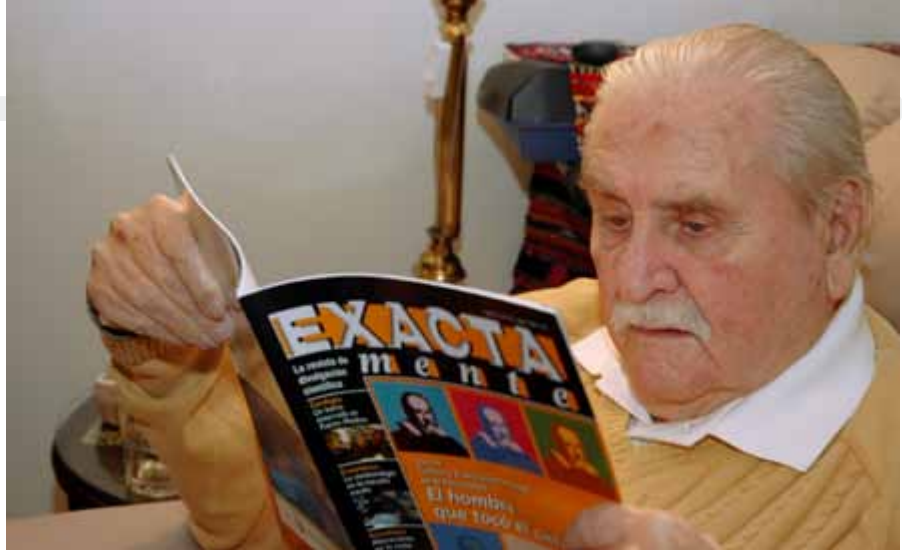
¿La sociedad valora el conocimiento sobre las culturas que nos precedieron?

Sólo los historiadores, y la gente con sentido histórico, pero no la sociedad en general.

Es una apetencia personal de quienes se interesan por el pasado, y ven ese pasado como un proceso, en que se suceden las culturas. Probablemente en Europa haya un mayor sentido histórico en la gente. Porque de eso depende, del sentido histórico del individuo. Para algunos es una necesidad conocer qué paso antes, hace cinco mil años, por ejemplo. Pero, para otros, eso no tiene ninguna importancia.

¿Ese desinterés puede deberse a la educación?

Puede ser. Yo escuchaba a mis padres que estaban interesados en lo que había pasado en tal o cual lugar, entonces era lógico que yo desarrollara una sensibilidad para el conocimiento del pasado. Mi padre tenía un gran interés por el pasado, leía mucha historia, es probable que me transmitiera parte de ello.



El desprecio por nuestro pasado ¿incide en el poco cuidado respecto del patrimonio arqueológico?

Hay un mercado permanente de objetos arqueológicos. Ya en 1913 se creó una ley, la 9080, para evitar que se comercialicen las piezas arqueológicas. El nuestro es el primer país de Latinoamérica que decretó una ley estableciendo que los restos debían ser denunciados inmediatamente que se descubren, pero esa ley no se cumplía. En el año 2004 se sancionó la ley nacional 25.743 que estipula que la tutela y defensa del patrimonio arqueológico está en manos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano. Sin embargo el tráfico sigue siendo bastante difícil de combatir. Esto sucede en toda Latinoamérica, en los países más ricos en restos arqueológicos, como Perú, se trafica, se compra y se vende en cualquier boliche. La ley está, hay que hacerla cumplir, poner inspectores, individuos preparados. En la calle Florida, en Buenos Aires, uno va a una boutique y encuentra las piezas que quiera, porque hay un comercio ya establecido.

¿Qué es lo más gratificante que recuerda de su trabajo?

Además de la aplicación de la técnica del carbono 14, la clasificación del estudio evolutivo de las culturas del noroeste, a las que me dediqué, y entre ellas la más importante fue la que bauticé La Aguada. En ella trabajé durante 60 años. Estudié cómo se formó a partir de culturas precedentes, cómo se desarrolló, y finalmente decayó y desapareció, reemplazada por otra. A esta cultura de la Aguada le dediqué un libro, y realmente me deparó muchas satisfacciones.

¿Qué le diría a un joven que quisiera dedicarse a la arqueología?

Que no se haga ilusiones en el sentido de esperar réditos económicos, que se dedicará a

una disciplina porque le gusta, pero las posibilidades económicas son siempre reducidas. Tendrá que conformarse con una vida modesta, pero brinda la satisfacción de los hallazgos y de los resultados de las búsquedas.

¿En Europa un arqueólogo puede vivir con mayor holgura?

No es que en Europa un arqueólogo esté mejor remunerado, sino que lo está la ciencia, en general. La ciencia tiene mayor apoyo.

¿Hubo algo que hubiera querido hacer y no hizo?

En general, tuve bastante suerte, en realidad hay muy pocos seres humanos que hayan hecho lo que deseaban. Realmente pude realizar en gran parte mi vocación, sin mayores problemas.

Entonces, no le quedó nada en el tintero...

Hay centenares de culturas que todavía deben descubrirse, lugares que arqueológicamente son interesantes. No sabemos cuántas culturas existieron, ni dónde y cómo se desarrollaron. Queda mucho sin fechar. Pero no puedo ponerlo en el balance negativo. Es una consecuencia inevitable del hacer científico. Llego al fin de mi existencia y agradezco al destino que me haya permitido en buena parte hacer lo que deseaba. Tuve la suerte de estar rodeado de personas que me ayudaron y estimularon. Por un lado, mis padres, que no torcieron mi vocación. Ellos hubieran preferido que me dedicara a la medicina. Y en mi esposa tuve una colaboradora extraordinaria. Ella, que era artista plástica, realizaba los diseños de las cerámicas que yo encontraba, cuando no era tan fácil tomar fotografías. Si tuviera que volver a empezar, sería arqueólogo, eso sin duda. | 41

Gripe A (H1N1)

El camino hacia la vacuna

por Gabriel Stekolschik | gstekol@de.fcen.uba.ar

Después del pánico, llega la hora de pensar en el próximo invierno. Y, para el caso de prevenir epidemias, una herramienta fundamental es contar con la vacuna más específica, como la que ya empezó a distribuirse. En esta nota, los pasos para obtener una vacuna contra la gripe A (H1N1) y las posibilidades de que la Argentina llegue a tener producción propia de vacunas.



Todos los años, en una carrera contra el tiempo, unos pocos laboratorios en todo el mundo desarrollan una nueva vacuna contra la influenza humana. Es así que, todos los años, las personas que integran los grupos de riesgo de padecer esta enfermedad en su forma grave deben volver a vacunarse. ¿Por qué se repite este fenómeno año tras año? Porque los virus de la influenza del tipo “A” poseen una gran variabilidad, es decir, mutan permanentemente.

Esa inestabilidad es debida a que este tipo viral carece de un mecanismo de “corrección” de los pequeños errores que se producen durante su replicación y, por lo tanto, su genoma sufre mutaciones puntuales con mucha frecuencia, lo cual, periódicamente, resulta en la aparición de nuevas cepas que ocasionan los brotes de gripe estacional que se dan todos los años.

Pero, además, el virus de la influenza A tiene otro mecanismo –más brusco– de variabilidad que, ocasionalmente, le permite dar el “salto de especie” y desatar una pandemia. Es que, como su genoma está segmentado en ocho moléculas de ARN, se pueden producir intercambios de esos fragmentos entre virus animales y humanos y generarse un virus nuevo, muy distinto a los conocidos, y con capacidad de infectar al hombre.

H1N1

Los virus de la influenza se caracterizan mediante el estudio de dos proteínas de su superficie, la hemaglutinina (H) y la neuraminidasa (N). Hoy se conocen 15 subtipos de H (H1 a H15) y 9 subtipos de N (N1 a N9) para los virus influenza tipo A. Todos estos subtipos se multiplican en las aves, que son el reservorio natural del virus. En el ser humano sólo se hallaron

DEL VIRUS A LA VACUNA

- Se evalúa el comportamiento epidemiológico de las nuevas variantes de gripe.
 - Se seleccionan cepas específicas.
- Los virus seleccionados son manipulados para que alcancen una alta tasa de replicación.
 - Se producen reactivos de referencia para la caracterización del producto vacunal.
 - Se inoculan los virus semillas en grandes cantidad de huevos embrionados.
 - Se cosechan los fluidos alantoideos y los viriones son concentrados por centrifugación.
- Los viriones son inactivados químicamente y desarmados con detergentes. Las subunidades proteicas son purificadas. Los pools monovalentes son mezclados y el producto trivalente es verificado.
 - La vacuna es envasada, etiquetada y liberada.

N1 y N2, y H1, H2, H3 y H5.

La historia de la humanidad conoce numerosas pandemias de influenza y, sólo en el último siglo, hubo tres. La llamada “gripe española” de 1918, causada por un virus A/H1N1, ocasionó decenas de millones de muertes y continuó dando brotes estacionales hasta el año 1957, en el que surgió un nuevo subtipo, el A/H2N2, que dio origen a la “gripe asiática” que, se calcula, se cobró poco más de dos millones de vidas humanas. Finalmente, en 1968 se produce la “gripe de Hong Kong”, causada por un influenza A/H3N2, con cerca de un millón de víctimas. En cada uno de los tres casos anteriores, el virus nuevo se diseminó por toda la población mundial y reemplazó al anterior.

En 1977, 20 años después de haber perdido su reinado, el A/H1N1 intentó recuperar la hegemonía. Pero, debido a que las personas mayores de 20 años conservaban cierta inmunidad residual, la infección fue limitada. Por ello, hasta 2009 convivieron ambos subtipos: el A/H3N2 y el A/H1N1.

Ahora, la cepa que ocupó el planeta es del subtipo A/H1N1, pero ésta es diferente de la que ocasionó la pandemia de 1918, porque aquella se había originado a partir de virus aviarios, en cambio ésta es de origen porcino.

COMENZÓ LA DISTRIBUCIÓN

Laboratorios farmacológicos suizos y británicos acaban de sacar al mercado las primeras partidas de una vacuna contra la gripe A. Los Estados Unidos ya cuentan con ella. Lo mismo que la Unión Europea, que autorizó su venta previo a la llegada de los primeros fríos.

La vacuna

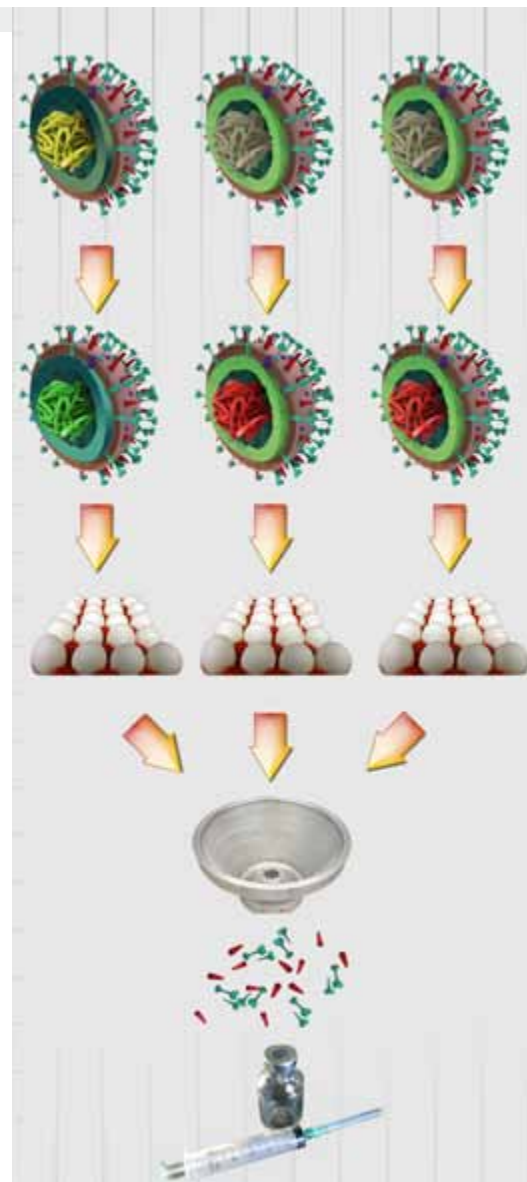
Las proteínas H y N son antigénicas, es decir, inducen a nuestro organismo a producir anticuerpos contra ellas.

La vacuna, por lo tanto, no es nada más ni nada menos que un preparado que contiene ambos antígenos. Así, su inoculación previa a la llegada estacional del virus hace que nuestro cuerpo tenga listas las defensas necesarias para enfrentar la infección y que, de esa manera, no sea sorprendido por la partícula viral.

Pero, pese a ser un proceso que se repite año tras año, la elaboración de la vacuna no es algo simple. De hecho, el procedimiento completo de fabricación requiere de seis meses. Y a ese lapso hay que agregarle otro período similar, destinado a la caracterización y selección de las cepas virales que serán finalmente utilizadas en la producción del preparado.

Por ejemplo, para que la vacuna que se utiliza cada año en el hemisferio sur esté lista a tiempo (es decir, en marzo), en agosto del año anterior, es decir, seis meses antes, deben estar seleccionadas las cepas virales cuyos antígenos podrán ser utilizados para elaborar la vacuna: “La selección de las cepas es un proceso crucial, porque después hay que decidir cuál de todas las variantes del virus, que se fueron generando entre febrero y agosto en todo el mundo, va a componer finalmente la vacuna. Esto implica analizar las distintas cepas y lograr un consenso, porque la vacuna le tiene que servir a todos los países”, señala Elsa Baumeister, investigadora del Departamento de Virología del Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas (INEI).

Para obtener suficiente cantidad de antígenos para producir millones de dosis de vacuna, el virus debe ser multiplicado. La replicación se efectúa inyectando la partí-



cula viral seleccionada en huevos de gallina “embrionados”, es decir, que ya poseen un embrión de 7 a 9 días de edad.

Pero, para que el proceso de multiplicación sea eficiente, es necesario un paso previo: como la cepa seleccionada para fabricar la vacuna no está adaptada a crecer en huevos de ave, se la “mezcla” con otra cepa de influenza que se sabe que se replica muy bien en huevos embrionados. El resultado es un híbrido—denominado “resortante”— que se reproduce muy bien en los huevos y que produce los antígenos de interés.

Entonces, cuando la Organización Mundial de la Salud (OMS) decide cuál de todos los virus enviados por los distintos países es el mejor para desarrollar la vacuna, lo envía a laboratorios internacionales, que dependen directamente de la institución, para que éstos elaboren los resortantes. Luego, estos híbridos son enviados a las naciones que tienen capacidad de desarrollar la vacuna.

LA ESPERANZA NACIONAL

“No creo que lleguemos a marzo”, opina Viviana Molina, Directora del INEI, sobre la posibilidad de contar con una vacuna de producción nacional para el próximo otoño, época en la que se debería iniciar la vacunación de la población.

“Es que no alcanza solamente con tener el conocimiento, también hay que adaptar la infraestructura disponible”, concuerda Baumeister, e ilustra: “Por ejemplo, la Planta del Instituto Nacional de Enfermedades Virales Humanas (INEVH) de Pergamino produce actualmente vacunas, pero no con huevos embrionados sino con otra tecnología”.

“Seguro que no se va a poder llegar a marzo”, confirma Vilma Savy, responsable del Centro Nacional de Influenza (OPS/OMS) y jefa del Servicio de Virus Respiratorios del INEI, y añade: “Me parece genial que se comience seriamente con este proyecto, porque es una inversión a futuro”.

“Vamos a convocar a todos aquellos actores que están involucrados en diferentes aspectos de la producción de una vacuna”, anuncia, al cierre de esta nota, María Cecilia Freire, Directora Científica –interina– de la Administración Nacional de Laboratorios e Institutos de Salud (ANLIS) y, en referencia al concurso de la Agencia explica: “La idea es que en lugar de presentarnos cada grupo por separado, lo hagamos como un grupo integrado”.

Según Freire, la convocatoria incluirá a algunos institutos de la ANLIS (como la Planta de Pergamino, el Centro Nacional de Control de Calidad de Biológicos, el Instituto Nacional de Producción de Biológicos y el INEI) y, además, a grupos de investigación del Instituto “Cesar Milstein” (CONICET) y de la Universidad Nacional de Quilmes. “Y en el área privada hay interés de los laboratorios Cassará, Immunotech y Paul”, completa Freire.

“Tenemos que unir. Porque no tiene sentido que se presenten diferentes grupos compitiendo entre sí”, opina Vilma Savy.



Una vez multiplicados, los resortantes son extraídos de los huevos de gallina y concentrados mediante centrifugación. Luego, son inactivados químicamente y desarmados mediante detergentes. Finalmente, las proteínas H y N son purificadas y envasadas para su distribución.

“En realidad, siempre estamos un pasito atrás del virus, porque el hemisferio sur decide su vacuna en setiembre con las cepas que circularon durante nuestro último invierno y con las que circularon durante el último invierno en el hemisferio norte. Por lo tanto, no vamos a tener en cuenta las que se generen en el próximo invierno del hemisferio norte”, explica Baumeister, responsable del laboratorio que, cada año, caracteriza a los virus de la influenza que infectan nuestro país.

Por el mundo

Por tratarse de un virus muy distinto, el nuevo A/H1N1 que generó la pandemia de 2009 presenta otro desafío para el proceso de elaboración de una vacuna: la necesidad de efectuar ensayos en seres humanos. “La vacuna para los virus estacionales ya fue evaluada oportunamente y se sabe que funciona bien, pero este es un virus completamente novedoso, por lo cual hace

falta efectuar ensayos clínicos para evaluar cómo se comporta la nueva vacuna en las personas”, informa Baumeister.

Las principales potencias del norte dispondrán de una cantidad suficiente de la nueva vacuna –que, probablemente, se aplicará en dos dosis por persona– para enfrentar el próximo invierno boreal. Asimismo, en el último mes de julio, el Ministerio de Salud de Brasil anunció que en ese país se elaborarán 44 millones de dosis. Entretanto, la Argentina y otros países de la región solicitaron a la Organización Panamericana de la Salud (OPS) que les reserve un cupo de vacunas.

Paralelamente, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de nuestro país, a través de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, inició un proceso cuyo objetivo final es lograr una vacuna de producción nacional. Para ello, en el mes de julio lanzó una convocatoria para la presentación de proyectos de investigación y desarrollo que permitan alcanzar la producción a escala piloto de una vacuna para la Influenza A/ H1N1.

Es que la OMS ya anticipó que la producción internacional no será suficiente para satisfacer la demanda mundial. | **¶**

Las enseñanzas del Maestro Ciruela

Mitos del laboratorio

Existe un mito muy extendido acerca de la necesidad del laboratorio en la enseñanza de la física (y de la química y la biología). Hay algo de cierto en ese mito, pero es relativo. El tema es que muchos docentes se angustian porque muchos de los establecimientos educacionales en los que trabajan no disponen de laboratorios, o estos no están bien equipados. Es un problema.

Mi posición es ésta: por más bien equipado que se halle un laboratorio, no van a ser mejores sus clases. Muchas veces es preferible no tener equipamiento a tener un equipamiento inadecuado o perturbador, porque ni los estudiantes ni los docentes saben qué hacer con él.

El laboratorio, mi amigo, hay que llevarlo puesto. No tener laboratorio en el establecimiento no es excusa, porque el laboratorio se construye *in situ*. En el área de dinámica, con un simple péndulo tiene material para hacer no menos de diez experiencias diferentes, cada una más interesante que la otra. En electricidad, con bombitas que después se usan en la casa, cinta aisladora y chicotes de cable, puede equipar todas las mesadas que necesite. En todos los temas que a usted se le ocurran, siempre se pueden realizar experiencias científicas extraordinariamente didácticas con un costo aproximado a cero pesos.

¿Necesita cronómetros, y en el laboratorio no hay ni uno? Se consiguen prestados. ¿No consigue? Arréglese como se arregló Galileo, que tampoco conseguía uno prestado, pero tenía otra cosa de un valor mucho más alto: ingenio.

M.C.

Plomada misteriosa

Solemos afirmar que la *vertical* es la misma recta que fielmente nos puede indicar el uso de una plomada, y que esa recta pasa por el centro de la Tierra, ¿no es cierto?... Me lo temía. Pues no es así. También podríamos preguntarnos: ¿La caída libre, es realmente vertical?

Para todos aquellos físicos que padecen de "coriolis" la respuesta es simple: no. Aunque tal vez nunca hayan reparado en este otro motivo: la vertical del lugar no pasa por el centro de la Tierra, excepto en algunos puntos (el ecuador

y los polos) y esto se debe a la forma de nuestro planeta, que no es esférica sino que es elipsoide biaxial.

El fenómeno no sólo afecta la dirección de la plomada sino también al módulo de la gravedad a través del cual puede describirse el achatamiento de la Tierra, para el que Alexis Clairaut (1713-1765) dedujo una fórmula en función de la latitud y de la aceleración de la gravedad del lugar. ¿Qué me cuenta?

M.C.





¿Podrán las computadoras igualar al cerebro humano?

Responde Roberto Etchenique, investigador del Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química Física, de la FCEyN.

Las computadoras todavía son mucho menos complejas que un cerebro humano, y están tan lejos de igualarlo como lo está el cerebro de un pez. Por otra parte, están diseñadas con fines específicos, muy diferentes a los de un cerebro.

Las empresas que fabrican *hardware*, y también las universidades, buscan procesamiento muy preciso, exacto y rápido. Miles de ingenieros y computadores están abocados a esa tarea. Pero ése no es el tipo de cálculo que hace un cerebro animal, que es poco preciso, poco exacto y de una rapidez “diferente”; puede utilizar muchos datos a la vez (paralelismo), pero es lento para hacer los cálculos secuenciales que puede hacer una computadora a gran velocidad.

Últimamente se empezó a trabajar en computadoras más “parecidas” a cerebros. Éstas poseen una arquitectura de *hardware* que se asemeja a la de la corteza cerebral, y esto significa que hay una conexión masiva entre múltiples elementos de procesamiento, y mucho paralelismo en el trabajo de computación.

De todos modos, falta muchísimo todavía. De hecho, aún no se sabe en detalle cómo funciona el cerebro ni cómo guarda la información, ni con qué códigos. Ni siquiera se sabe si los códigos internos son iguales entre miembros de la misma especie. O sea, si una computadora “lee mi mente” leyendo el estado neuronal de mi cerebro para pasar la información a otro cerebro, ¿este mensaje

será comprensible, o se trata de basura sin sentido? Es decir, ¿el segundo cerebro podrá entender lo que yo estoy pensando?

Una vez que se sepa al menos un poco más de eso, creo que bastará con aumentar la complejidad para que la computadora se parezca a un cerebro humano, pero hay que aumentar muchísimo. Mi estimación es del orden de diez mil veces, como mínimo, o tal vez, un millón de veces. De todos modos, al ritmo de avance, esta equiparación podría lograrse en algunas décadas. Tal vez vivamos para ver una computadora que se asemeje a un cerebro, y piense en forma similar a nosotros, o a un perro, o a un mono.



¿Helada y escarcha son lo mismo?

Responde Celeste Saulo, directora del Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, de la FCEyN.

Helada y escarcha, palabras que suelen emplearse como sinónimos, designan fenómenos emparentados, pero diferentes. También se habla de “helada negra” y “helada blanca”. Todos se producen cerca del amanecer, y cuando la temperatura desciende por debajo de cero grados. La diferencia reside en la cantidad de vapor de agua presente en la atmósfera.

La helada negra se produce cuando el contenido de vapor en el aire es tal que, a pesar del enfriamiento nocturno, el aire no alcanza el nivel de saturación y, por lo tanto, no hay condensación. Esta helada es la más temida por los agricultores, porque produce necrosis en las hojas y tallos de las plantas.

La helada blanca, en cambio, tiene lugar cuando la cantidad de vapor de agua en el aire es suficiente para que, al enfriarse,

alcance el nivel de saturación y, en consecuencia, se produce el depósito; es decir, el agua pasa directamente del estado gaseoso al sólido, y se forman pequeños cristales de diversas formas.

Finalmente, la escarcha tiene una sutil diferencia con la helada blanca y es la temperatura a la que el aire alcanza la saturación. Esa temperatura es mayor a 0°C y por lo tanto, el vapor se condensa en forma de agua líquida. Se forman pequeñas gotas (rocío), que, si continua descendiendo la temperatura y llega a valores por debajo de los 0°C, se congelan, formándose cristales redondeados, que componen una capa blanca sobre la vegetación. En otras palabras, la escarcha es el rocío congelado.

A la noche, al descender la temperatura,

el suelo se enfría con rapidez, y la capa de aire que está en contacto con él le cede calor y se alcanzan temperaturas más bajas que en las capas superiores. Este fenómeno se denomina enfriamiento isobárico, porque no hay cambios en la presión atmosférica. Si hay suficiente humedad, y el vapor de agua en esa capa de aire alcanza el nivel de saturación, ese vapor empieza a condensarse formando rocío, o, si la temperatura desciende por debajo de cero grado y luego alcanza la saturación se produce la helada.

El vapor de agua se satura en virtud de las leyes de la física: a mayor temperatura, se necesita más vapor de agua para llegar al nivel de saturación. A menor temperatura, es lo contrario, y por lo tanto, se puede observar más fácilmente el fenómeno de la condensación.

El legado de Alfonsín

por Guillermo Duran
g_a_duran@yahoo.com

Raúl Alfonsín, ex presidente, animal político, referente de democracia para buena parte de una generación, murió el 31 de marzo pasado. En esta columna, a manera de homenaje, lo recuerda Guillermo Durán, profesor del Departamento de Matemática de la Facultad y Consejero Editorial de EXACTAMENTE.

Corría la segunda mitad de 1982 y, de la mano de la reapertura democrática, una figura política distinta comenzaba a dominar la escena. Muchos de los que hoy tenemos entre 40 y 50 nos acercamos a la militancia atraídos por su figura. Radical atípico, había tenido un importante rol en la época de la nefasta dictadura como co-fundador de la Asamblea Permanente por los Derechos Humanos, y se había opuesto tenazmente a la absurda guerra de Malvinas (mientras la mayoría de los políticos de la época la habían apoyado). Aún recuerdo algunos actos en comités de barrio, así como también las famosas movilizaciones, ya en plena campaña presidencial, de Ferro y el Obelisco.

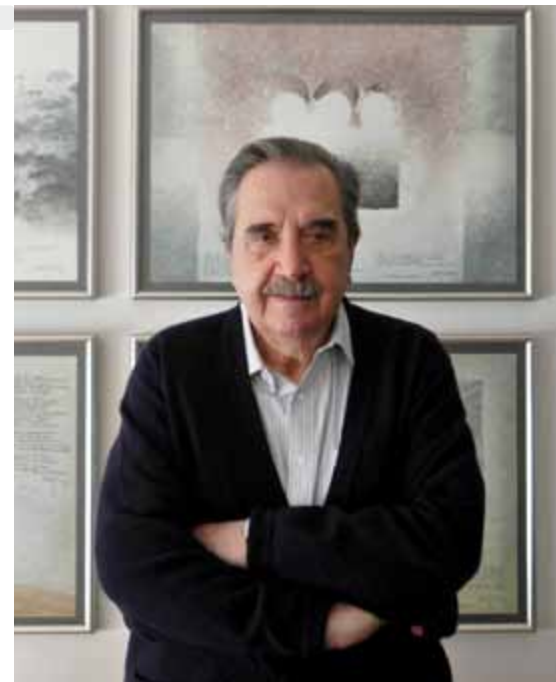
Su discurso era claro y contundente. La Democracia era el medio para conseguir las libertades individuales cercenadas durante la dictadura y avanzar en el camino de la justicia social. Y no tenía problemas en reivindicar desde las tribunas no sólo a figuras históricas de su partido, como Alem, Yrigoyen o Illia, sino también a Alfredo Palacios, o destacar lo que habían significado para la clase trabajadora Evita y Perón a mediados del siglo XX. Superó cómodamente a un insípido De la Rúa en la interna radical y el 30 de octubre de 1983 logró lo que parecía imposible: derrotar al peronismo en las urnas y convertirse, con más de la mitad de los votos, en el nuevo presidente de la Nación.

Vino así un gobierno que dejó mucho más en el haber que en el debe. Comenzando por el histórico juicio a las juntas, la CONADEP y el posterior "Nunca más". Vale la pena remarcar que ningún gobierno en Latinoamérica

logró llegar tan lejos en el juzgamiento de dictaduras genocidas. La política internacional independiente trajo de la mano la paz con Chile y la creación del Mercosur, e implicó posicionarse en diversos foros internacionales contra las políticas imperiales de los Estados Unidos. Como parte de sus políticas sociales implementó el Programa Alimentario Nacional. Sus políticas económicas, si bien tuvieron una orientación en defensa de los sectores populares, sufrieron los vaivenes lógicos de la transición democrática.

Quiso democratizar los sindicatos pero la burocracia sindical y el peronismo le voltearon la ley Mucci en el Senado. Se plantó dignamente ante la Sociedad Rural. En lo que hace a las políticas de ciencia y educación superior, le dio fuerza a la Secretaría de Ciencia y Técnica poniendo al mando de ella a un indiscutido como don Manuel Sadosky, mientras que logró después de casi 20 años impulsar la normalización universitaria. En este último punto, cabe destacar que muchos de sus seguidores en la Universidad no hicieron suficiente honor a sus ideales éticos. Tuvo en contra a lo largo de sus casi seis años de gobierno a los principales factores de poder de la Argentina, lo que sin dudas dificultó su gobierno. Los militares nunca le perdonaron el histórico juicio; la burocracia sindical le organizó 13 paros generales (que no repitieron después ante gobiernos que claramente atacaban a la clase trabajadora); y el establishment económico hizo lo posible por recuperar el poder que había tenido durante la dictadura, y llevó adelante un golpe de estado económico en febrero del 89, para volver al poder de la mano del menemismo en la fatídica década del 90.

Martín Zabala



Por supuesto que hubo también varias medidas que marcaron un retroceso en el sentido progresista de su gobierno. Las leyes de impunidad, que pretendieron calmar la situación con los militares, son el principal ejemplo. Seguramente equivocadas, también estas medidas fueron tomadas con el fin último de consolidar una todavía débil Democracia.

Ya en la oposición, tuvo un fuerte discurso en los 90 en contra de las políticas neoliberales de moda en ese momento en la región. Factórum del Pacto de Olivos (otra de sus más discutidas acciones), tuvo un importante protagonismo en la reforma de la Constitución del 94 que permitió tener una carta magna mucho más acorde a nuestros tiempos. En 1993, lo invitamos a la Facultad a un acto para conmemorar los 75 años de la Reforma Universitaria. El acto en una atiborrada Aula Magna del Pabellón II fue muy emotivo. Una anécdota de esa invitación lo pinta de cuerpo entero: cuando le pedimos a su secretaria la entrevista para invitarlo nos preguntó cuántos seríamos en la reunión. Cuando le dijimos que alrededor de cinco, nos dijo que no se podía hacer en su casa de la calle Santa Fe ¡porque no íbamos a entrar cómodamente en su living! En tiempos de gobernantes y ex gobernantes ricos, él se había ido del poder, como Illia, más pobre de lo que había llegado.

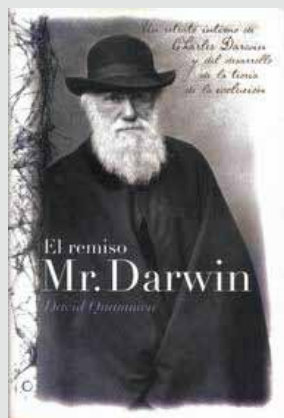
Su gobierno tuvo un reconocimiento masivo recién después de su muerte. Hoy ya existe poca discusión sobre algunas de las cosas que nos legó: su defensa a ultranza de los valores democráticos, su reivindicación de la política como el camino para resolver los problemas de la gente, su honestidad y sus valores éticos. Ojalá la clase política actual pueda honrar estos principios, seguramente le haría muy bien a la Argentina. |

El remiso Mr. Darwin

DAVID QUAMMEN

Madrid, 2006

Antoni Bosch Editor, 288 páginas.



Los mejores regalos de los festejos centenarios son los libros. Han aparecido decenas de biografías de Darwin al cumplirse los 200 años de su nacimiento (y 150 de la publicación de su obra *El origen de las especies*). Pero *El remiso Mr. Darwin* se destaca, no es uno más.

David Quammen se propuso un libro conciso, ensayístico y más literario que erudito, y compuso este vivo retrato desde un prisma humano lleno de sentimientos, dudas y pasiones. La dinámica es novelística: cada capítulo, una intriga; cada párrafo, una escena... hiladas con excelentes dosis de ironía y humor. La obra comienza con el regreso de Darwin de su viaje en el *Beagle*, y finaliza -es un modo de decir- con la muerte del sabio. El título alude a la tardanza entre la concepción y la publicación de la controversial Teoría.

Pero Quammen no es inocente: hace de la Teoría de la Evolución una bandera política y una cruzada filosófica. Compone un libro comprometido, filoso, y profundamente sabio. Pese a su formación en literatura, la solidez de sus análisis científicos resulta muy superior a la media, y la agudeza de los comentarios, descollante. Hay gala de ingenio y una cuota de astucia.

Elogio del desequilibrio

En busca del orden y el desorden en la vida

MARCELINO CEREIJIDO

Buenos Aires, 2009

Siglo Veintiuno Editores, 128 páginas.



La colección “ciencia que ladra” sigue creciendo... y vendiendo. En esta entrega Marcelino Cereijido (*Por qué no tenemos ciencia; La ignorancia debida; La nuca de Houssay*) hace una apuesta osada: explicar los resbaladizos conceptos de energía y entropía... y por añadidura, aplicarlos a ese enigmático fenómeno que llamamos vida.

El resultado es un Cereijido puro: un libro alegre, acelerado, divertido, desafiante, transgresor y aleccionador. Lleno de comparaciones y analogías cotidianas, los lectores se adentrarán en un enfoque termodinámico del universo que -en sintonía con la evolución de Darwin- abarca la vida, la economía, el azar, la información, la historia y el fútbol.

Si usted es de los que piensa que la vida sana era la armonía y el equilibrio con la naturaleza, temo desilusionarlo. *Elogio del desequilibrio* va a convencerlo que el único equilibrio posible es la muerte, y que lo divertido está en los platillos desnivelados.

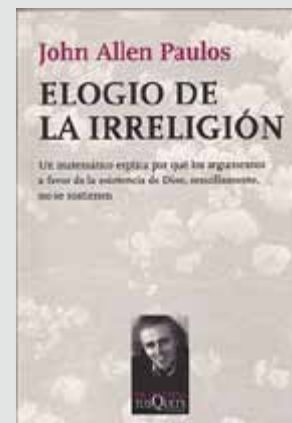
El diablo sabe por diablo, y Cereijido -uno de los científicos argentinos más prestigiosos, que ha desarrollado sus últimas investigaciones en Méjico, en el campo de la neurobiología- sabe, porque le gusta bucear profundo en el conocimiento, buscando los denominadores comunes, los principios, la relojería principal. Y en este libro nos lo cuenta.

Elogio de la irreligión

JOHN ALLEN PAULOS

Buenos Aires, 2009

Tusquets editores, 165 páginas.



Paradójicamente, el origen y la construcción de la cosmovisión religiosa en el hombre es un tema de abordaje científico. Solo basta apuntar parte de la obra de Bertrand Russell, Carl Sagan o Richard Dawkins, entre otros.

John Allen Paulos, un “matemático reconvertido en escritor” según sus palabras, transita esa senda con un ensayo informal y ágil, más manual que tratado. En ese viaje, su libro *Elogio de la irreligión* apunta a la deconstrucción de los argumentos teístas de la causa primera, del designio ontológico, de la fe y los criptogramas bíblicos, del principio antrópico y de la universalidad moral entre otros.

Si bien Paulos cita y maneja refutaciones clásicas de los argumentos teístas, también introduce las suyas propias con un estilo que descansa, en gran medida, en su propia intuición, a pesar de apelar al orden matemático para sustentarlas.

Tanto las referencias al “desenfreno religioso” de su país, Estados Unidos, (útiles para comprender la actualidad, y escalofrantes a la hora de pensar que nadie puede ser un observador externo), como la pintura sociológica del ateísmo que Paulos desarrolla, son dos puntos novedosos de esta producción sobre un tema más que apasionante.

Sin solemnidad, coloquial y a la vez con la contundencia del discurso detrás del cual subyace la manera matemática de ver la realidad, un texto estimulante.

El tamaño de la Tierra

Ya están los resultados del proyecto Eratóstenes. El 21 de junio de 2009, 268 escuelas medias de 18 provincias de todo el país, Uruguay y Chile, con alrededor de 15.000 alumnos involucrados, se mancomunaron para medir el radio terrestre por el método que usó el matemático, astrónomo y geógrafo griego Eratóstenes hace alrededor de dos mil trescientos años.

Las escuelas se dividieron en pares para reproducir el método de medición que realizó el sabio griego. Los pares de escuelas que aportaron a la medición conjunta fueron 207, distribuidas de acuerdo a métodos de optimización en base a las coordenadas geográficas de todos los participantes.

Ciento cincuenta y siete pares estuvieron compuestos por escuelas que midieron simultáneamente en el mediodía solar, y 50 que lo hicieron confrontado su medición

con las de una hipotética escuela ubicada en el Trópico de Cáncer (debido a la deserción de 50 escuelas registradas que no pudieron medir por cuestiones logísticas). En los criterios estadísticos adoptados, se descartaron tres mediciones cuyos resultados, para el valor de radio terrestre, superaban los 10.000km de modo que los 204 pares restantes contribuyeron a un valor medio y desviación estándar de (6.280 ± 758) Km. Descartando los datos ubicados a más de tres desviaciones estándar del promedio expresado como promedio y desviación estándar, resultó ser de 6.292 ± 602 kilómetros.

En la página web del Departamento de Física de la FCEyN pueden encontrarse los detalles técnicos de la experiencia y también testimonios de los estudiantes y docentes que participaron: www.df.fcen.uba.ar



¿Qué hacer si llueve ceniza?

Científicos de Exactas se encuentran elaborando un manual de procedimiento ante cenizas volcánicas. Es el primero que recopila la experiencia nacional e internacional, y estará disponible en Internet a partir de 2010. El trabajo es llevado cabo por un grupo interdisciplinario a cargo de la Facultad, encabezado por el vulcanólogo Alberto Caselli.



Foto: NASA

Erupción del volcán Chaitén. El penacho de cenizas se extiende sobre más de 2.000 kilómetros, atravesando el sur del continente americano.

Premios de todos los colores

Tres científicos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA se llevaron los tres premios que otorga cada año la Academia Nacional de Ciencias. En esta, su 140a edición, fueron distinguidos el biólogo Gabriel Rabinovich (Premio Ranwel Caputto), el físico Pablo Mininni (Premio Enrique Gaviola) y el geólogo Darío Lazo (Premio Herman Burmeister).

Por su parte, el geólogo de Exactas Víctor Ramos, un apasionado investigador de los Andes, fue distinguido con el premio que otorga la Fundación Bunge y Born a la investigación científica. Es la primera vez, desde que se empezó a entregar esta distinción en 1964, que resulta elegido un representante del área de las Ciencias de la Tierra. Y el biólogo Walter Farina, investigador y profesor de la Facultad que utiliza a las abejas como modelos biológicos

para desarrollar sus estudios, fue elegido, entre más de 450 postulantes, para recibir una de las prestigiosas becas Guggenheim. Una vez más la Argentina es el país de la región con mayor número de premiados.



Darío Lazo



Pablo Mininni

Juan Pablo Vittori



Gabriel Rabinovich

El tribuno. Salta.

Conway en doomsday

por Pablo Coll | pecoll@gmail.com

Métodos para no depender nunca más de tener un calendario a mano cuando queremos saber qué día de la semana cae una fecha, hay muchos. Todos se basan en una serie de cuentas (lo que los matemáticos llaman algoritmo) más o menos parecida. Requieren de ejercitación para recordar la mecánica y para adquirir la práctica del cálculo mental.

Pero el que le dio forma más sencilla y fácil de recordar es John Conway. Este matemático inglés es famoso por aportes en varias ramas de su disciplina, pero también por su gusto por los juegos. Su agudeza, como lo describe su compañero de andanzas Richard Guy —coautor del clásico *Winning Ways*, un libro donde analizan estrategias para juegos matemáticos— es fruto “de un 2 por ciento de talento y un 99 por ciento de transpiración”. Para llegar a sus sorprendentes resultados, Conway analiza decenas de casos con una tenacidad admirable.

También Conway es un defensor de la práctica del cálculo mental. Al sentarse todos los días en su computadora se enfrenta, para mantenerse en forma, a 10 fechas seleccionadas al azar: 7 de enero de 1610, 26 de diciembre de 1937, 23 de septiembre de 2033, y así otras siete más. Y Conway, en aproximadamente 20 segundos, halla todos los días correspondientes

y se dedica, con la adrenalina bien alta, a su jornada de trabajo. Su récord personal es 15 segundos y 92 centésimas.

La idea principal del método de Conway aprovecha que los días 4/4, 6/6, 8/8, 10/10 y 12/12 caen todos el mismo día de la semana. Puede verificar que este año 2009 todos esos días caen sábado. Lo mismo pasa con el 9/5 y el de 5/9. Y también con el 11/7 y el 7/11. Todos caen sábado. A todos estos días, junto con el último día de febrero (a veces mencionado como el 0 de marzo), Conway los llama “doomsday”, algo así como día del juicio final.

¿En qué consiste el método? Consta de dos pasos muy simples:

1. Saber en qué día de la semana cae el doomsday de cada año. Por ejemplo, el de 2009 es sábado, y el de 2010 es domingo. Al pasar de un año al siguiente, el doomsday avanza un día de la semana, o dos días, si ese año siguiente es bisiesto.
2. Una vez que sabemos en qué día de la semana cae el doomsday del año, buscar el doomsday más cercano —o el que nos quede más cómodo— al día que buscamos, y completamos la cuenta.

Busquemos qué día caerá el 25 de mayo

de 2010. Sabemos que el doomsday de 2010 es domingo. ¿Cuál es el doomsday más cercano —o más cómodo— al 25/5? Es el 9/5. Como sabemos que 9/5 es un domingo, sabemos que 16/5 y 23/5 (que son 7 y 14 días después) también lo son. Por lo tanto, avanzando dos días más averiguamos que el 25/5/2010 será martes.

¿Cómo calculamos qué día caerá el 9 de julio de 2016? Tenemos que averiguar primero qué día de la semana es el doomsday de 2016. Sabemos que el doomsday de 2010 es domingo. Vamos avanzando año por año. En 2011 el doomsday es lunes, en 2012 (bisiesto) es miércoles. En 2013 es jueves, en 2014 viernes, en 2015 sábado y en 2016 (bisiesto) lunes. Ahora sabemos que el doomsday de 2016 es lunes. ¿Cuál es el doomsday más cercano al 9/7? Es el 11/7. Retrocediendo dos días, averiguamos que el 9/7/16 cae sábado.

Si su aspiración es poder prever una fecha de unos meses para adelante, este algoritmo no requiere mayor práctica. Solamente la de recordar los doomsday y la de sumar y restar múltiplos de 7. Un aditamento que puede facilitar la tarea de hallar las fechas es apelar a nuevos doomsday. Podemos ampliar la definición de doomsday a cualquier día del año que cae en el mismo día de la semana que los doomsday definidos por Conway. Si esos días son de marzo a diciembre, mejor, porque no hará falta introducir ninguna compensación los años bisiestos. ¿Es nuestro cumpleaños un doomsday? ¿O el de algún familiar o amigo?

Póngase a prueba con sus fechas más familiares y es posible que lo incorpore a su patrimonio de algoritmos.



EL JUEGO DE LA VIDA

John Conway es el creador de un juego que hizo furor en los ámbitos académicos de los años 70. Conway definió a su invento de una manera muy particular: “es un juego para cero jugadores”. El “tablero” donde se desarrolla es una malla formada por cuadrados que se extiende hacia el infinito y resulta un buen ejemplo para determinar que mediante reglas muy sencillas se pueden obtener patrones complejos. ¡A no confundir este “juego” con el juego de mesa tan popular en la década del 80 y que lleva el mismo nombre!