Año 22 | Nº 58 | Julio 2015
ISSN papel: 1514-920X
ISSN en línea: 1853-2942

EXACTAmente

EXm

La revista de divulgación científica

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

/**Entrevista**
Guillermo Martínez

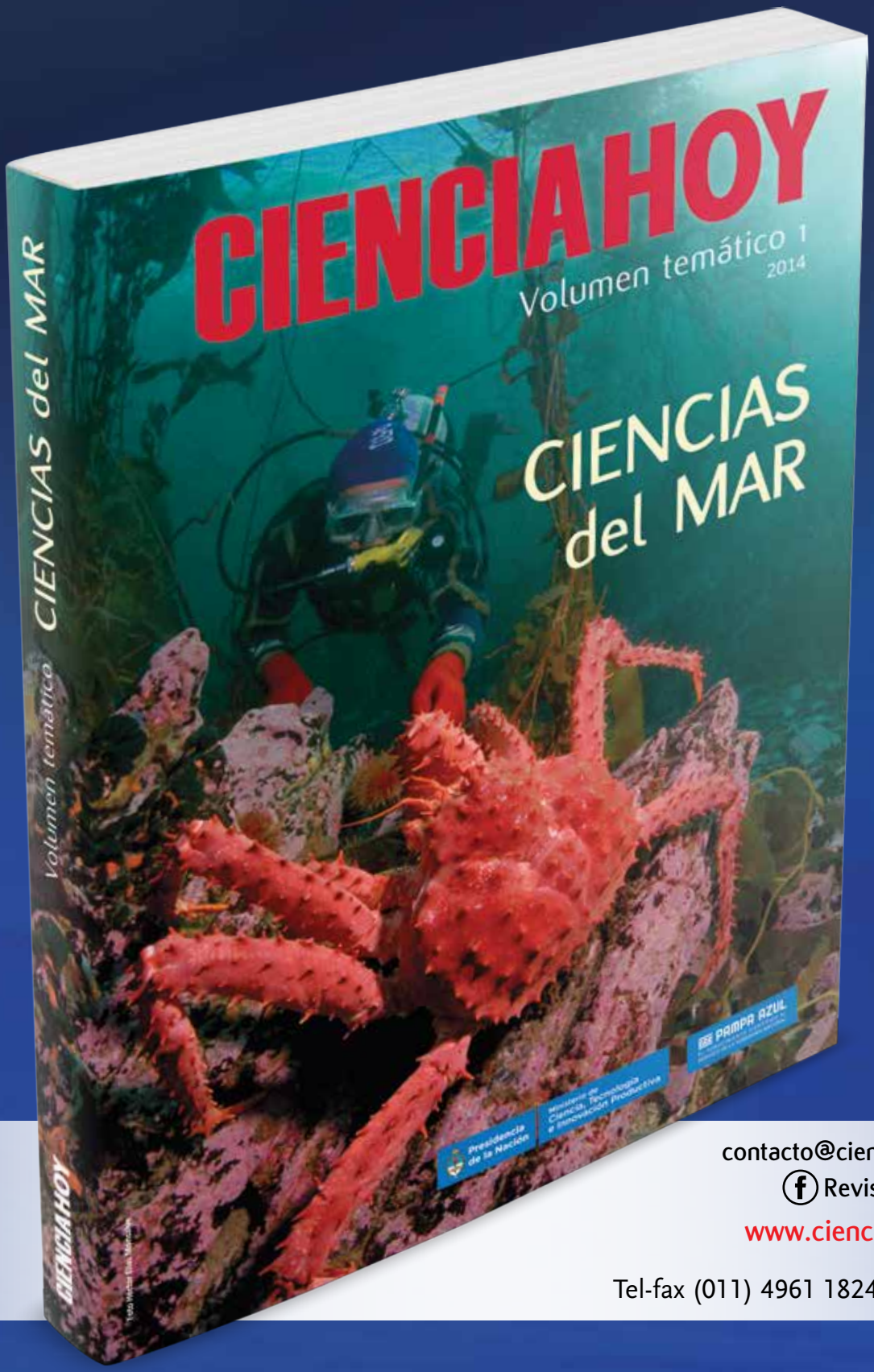
/**Software**
Una industria que juega en primera

/**Bitácora**
Buscador de pasados

Ética ambiental

¿Qué conservar y por qué?

CIENCIAHOY inaugura la serie de volúmenes temáticos con 30 artículos sobre Ciencias del Mar ya publicados en la revista.



contacto@cienciahoy.org.ar
RevistaCienciaHoy
www.cienciahoy.org.ar

Tel-fax (011) 4961 1824 y 4962 1330

STAFF

Consejo editorial

Presidente: Juan Carlos Reboreda

Vocales: Sara Aldabe Bilmes, Omar Coso, Guillermo Durán, Pablo Jacovkis, Javier López de Casenave, Marta Maier, Silvina Ponce Dawson, Victor Ramos, Matilde Rusticucci, José Sellés-Martínez

Equipo editorial

Director: Ricardo Cabrera

Editor general: Armando Doria

Coordinador Editorial y editor de imágenes: Juan Pablo Vittori

Jefa de redacción: Susana Gallardo

Redactores: Cecilia Draghi, Gabriel Stekolschik

Editores de secciones fijas:
- Artes: José Sellés-Martínez
- Política científica: Guillermo Durán

Colaboradores permanentes: Nora Bär, Guillermo Mattei, Adrián Paenza, Daniel Paz

Colaboran en este número: Ignacio Uman - Paula de Tezanos Pinto - Isis Coalova - Verónica Engler

Corrección: Giselle Rondoletti

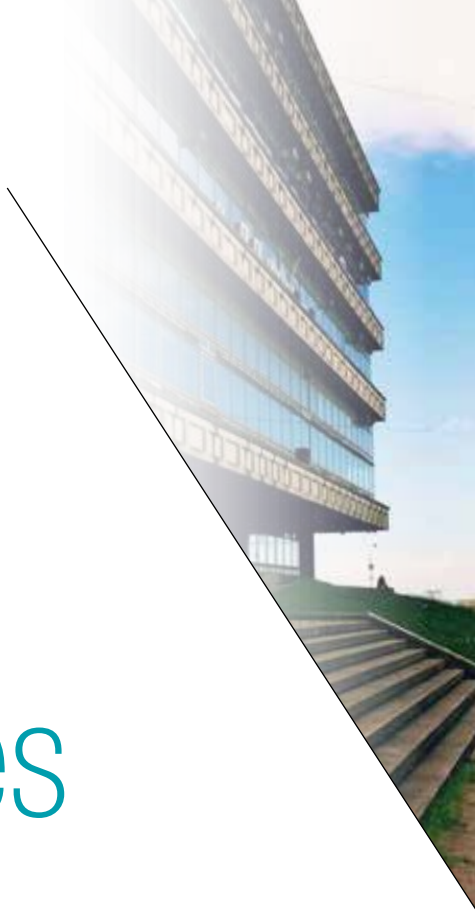
Diseño: Pablo G. González, Federico de Giacomi

Fotografía: Diana Martínez Llaser

Impresión: Centro de copiado "La Copia" S.R.L.

Foto de tapa: Steve Wilson/flickr

EDITORIAL



Ciencia es cultura

Uno de los objetivos fundacionales de la revista *EXACTAmente* fue la divulgación científica. Y lo sigue siendo. La ciencia es la parte más importante de la cultura humana. Ningún otro componente de la cultura tiene, como la ciencia, una capacidad de transformación tan potente, tan patente. Ningún otro componente de la cultura tiene tanta capacidad de generar concepciones del universo, del hombre, de la vida y de todo cuanto nos interesa, lo que la coloca en el epicentro de la cultura. Ninguna otra parte integrante de la cultura tiene ese carácter global, ecuménico que permea cualquier barrera geográfica, política, económica, racial, religiosa…

El célebre astrónomo Carl Sagan afirmaba: "Vivimos en el seno de una sociedad que depende profundamente de la ciencia y la tecnología, y en la que nadie sabe nada acerca de esto, lo que constituye una fórmula segura de desastre".

Nos llena de optimismo y alegría presenciar que en la Argentina la divulgación científica ha cobrado una fuerza y un dinamismo excepcional.

Nos enorgullece el Premio Latinoamericano a la Popularización de la Ciencia y la Tecnología, otorgado por UNESCO y la RedPop al biólogo Diego Golombek, uno de los divulgadores más activos en este renacer de la ciencia en la Argentina.

Y nos enorgullecemos nosotros mismos de llevar veinte años apoyando a los docentes de todos los niveles de ciencia de la Argentina que tienen sobre sus espaldas esta enorme responsabilidad, transmitirles este legado precioso a sus estudiantes: ciencia es cultura.

Ricardo Cabrera
Director de *EXACTAmente*

S

SUMARIO

3 Editorial

6 Virus que atacan bacterias
El retorno de los fagos

10 Tecnología
Supercomputadora TUPAC

14 Biología
¿Qué conservar y por qué?

18 Evolución
La transformación del hipopótamo

21 Entrevista
Guillermo Martínez

26 Software
Una industria que juega en primera

30 Ecología
Basurales y gaviotas

34 Bitácora
Roberto Scasso

38 Filosofía y física
El reencuentro

20 Humor por Daniel Paz
44 Política científica
45 Bär de ciencia
46 Biblioteca
48 Preguntas
49 Paenzamientos
50 Artes

EXACTAmente
Es una publicación cuatrimestral de la Subsecretaría de Comunicación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA.

ISSN papel: 1514-920X
ISSN en línea: 1853-2942
Registro de propiedad intelectual: 28199
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Subsecretaría de Comunicación
Ciudad Universitaria,
Pabellón II, C1428 EHA
Ciudad Autónoma de Bs. As.
Teléfono: 4576-3387
Página web de Exactas-UBA:
http://exactas.uba.ar

Vías de contacto

Podés enviarnos tus comentarios, suscribir a tu institución, bajar la revista en formatos electrónicos o ver cómo conseguir la versión en papel en el sitio web: revistaexactamente.exactas.uba.ar o por e-mail a: exactamente@de.fcen.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.

Este obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 3.0 Unported.

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

Nuestro compromiso con la ciencia y la educación, nuestro compromiso con la sociedad

Alimentos
Ciencias Biológicas
Ciencias de la Atmósfera
Ciencias de la Computación
Ciencias Físicas
Ciencias Geológicas
Ciencias Matemáticas
Ciencias Químicas
Oceanografía
Paleontología

exactas.uba.ar | Ciudad Universitaria | Pabellón II | Ciudad Autónoma de Buenos Aires

EXACTAS UBA

Encontrá los contenidos de la revista y bajala en el formato que prefieras

PDF Adobe

.mobi

EXACTAmente en todos lados

revistaexactamente.exactas.uba.ar

QUÍMICA BIOLÓGICA

Una alternativa a los antibióticos

El retorno de los **fagos**

Olvidados en Occidente durante décadas, estos virus que atacan bacterias acaparan de nuevo la atención de los científicos, como ocurrió hace un siglo cuando fueron descriptos por primera vez.

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

Alan jamás había escuchado la palabra Tiflis. Su médico se la mencionó. No era el nombre de un remedio, sino que así se llama la ciudad capital de Georgia. Allí, ahora residía su esperanza para combatir una infección que estaba minando su organismo y ningún antibiótico conocido podía detenerla. Él no es el único en buscar ayuda en tierras que durante décadas pertenecieron a la vieja Unión Soviética (URSS). Cada vez más pacientes europeos viajan a Georgia para hacerse tratamientos en base a fagos, según indicó a la revista *Nature* Mzia Kutateladze, directora del comité científico del Instituto Eliava, donde desde 1923 estudian los fagos y son referentes mundiales en la materia.

Los fagos son virus que atacan bacterias. Son hasta cien veces más chicos que ellas y, por supuesto, microscópicos. Miden de la cola a la cabeza unos 200 nanómetros. "Se trata de las entidades biológicas más abundantes en el planeta. El científico Roger Hendrix planteó que, si se los pusiera en fila uno tras otro, se podría llegar de la Tierra a la Luna", indica la doctora Mariana Piuri, desde el Departamento de Química Biológica de Exactas-UBA. Son muchos y se los ubica por todos lados: en el suelo, en el agua, en el intestino de nuestro cuerpo. De cualquier lugar se los puede aislar. Afortunadamente, están. "Si no existieran, a nosotros ya nos habrían consumido las bacterias. Son los encargados de regular las poblaciones bacterianas en el mundo y configuran una parte esencial en la evolución del planeta", dice la doctora Andrea Quiberoni, de la Universidad Nacional del Litoral (UNL) en Santa Fe.

Aunque es casi imposible dar con un sitio libre de fagos, recién en 1915 Frederick Twort los detectó; y, un par de años más tarde, Felix d'Herelle –quien trabajó en el Instituto Pasteur– los describió como comedores de bacterias o bacteriófagos. Él, en ese entonces, no sabía que se trataba de un virus, pero observó que acababan con las bacterias de sus cultivos. "Durante mucho tiempo se discutió su naturaleza química. Muchos decían que eran enzimas, proteínas, y fue recién con la microscopía electrónica cuando se pudo ver que eran virus", precisa Piuri.

Si bien, a principios del siglo XX, los científicos estaban a ciegas acerca de qué eran los fagos, ya habían vislumbrado para qué resultaban efectivos: matar bacterias. "Obviamente, lo primero que surge es emplearlos para eliminar agentes patógenos. Estamos hablando de 1915 y 1917, es decir que, si lo ponemos en contexto histórico, los antibióticos aún no se habían descubierto. Así que el hecho de tener esta posibilidad era un concepto maravilloso y muy promisorio", relata Piuri.

En ese momento, las epidemias por causa de bacterias azotaban sin piedad al mundo. "Durante la Primera Guerra Mundial, los soldados iban a combatir y muchos morían de disentería; d'Herelle aisla fagos que eran efectivos contra la *Shigella*, la bacteria que origina esta infección. Y los propone como alternativa terapéutica", añade Piuri. Tan convencido estaba de su fagoterapia, que "el

Recreación artística de un fago T4.

mismo d'Herelle y algunos de sus familiares y colaboradores ingirieron suspensiones de fagos para demostrar su inocuidad. Hoy en día –remarca Piuri–, eso rompe con todas las reglas de ética y bioseguridad que se deben tener en un laboratorio".

Cabe aclarar que todos sobrevivieron con éxito. Considerado por algunos un poco excéntrico, nominado varias veces al Premio Nobel sin recibirlo jamás, d'Herelle fue un viajero incansable. La Argentina fue uno de sus muchos destinos. Vino al país contratado para combatir la plaga de langosta. También, visitó Georgia en épocas en que esta dependía de la Unión Soviética, donde trabajó con el profesor George Eliava, fundador del instituto que lleva su nombre en Tiflis.

La fagoterapia avanzaba no sin algunos tropiezos. "Había un efecto benéfico en los fagos, pero los estudios no cumplían con los estándares científicos de la época. Había una falta de credibilidad sobre esto", remarca Piuri. En medio de este panorama, asomó en escena un protagonista que reunía todos los requisitos. "Con las bondades de la penicilina y sus derivados, los bacteriófagos fueron dejados de lado en Occidente, en relación con los fines terapéuticos; pero continuó siendo usada en países del Este", señala Piuri.

Regresar la mirada

Por unas décadas, la fagoterapia perdió la partida frente a los antibióticos en el mundo occidental. Sin embargo, en ese mismo período y lugar, los fagos en sí resultaron claves para el desarrollo de la biología molecular, según coinciden ambas científicas argentinas. Condenada por años al ocaso en el lado oeste del Muro de Berlín, ahora la fagoterapia parece iniciar una etapa de renacimiento. "En este siglo, con el advenimiento de cepas bacterianas muy resistentes a los antibióticos, hay científicos que vuelven a mirar a los fagos con otros ojos", subraya Piuri.

En este sentido, Quiberoni destaca: "En los últimos años empiezan a reaparecer trabajos en los fagos, que son usados de manera muy aplicada y destinados a objetivos similares a los originales, cuando se descubrieron en 1915". Justamente, este año se celebra a nivel mundial el centenario de este hallazgo.

El mundo académico pone foco de nuevo en estos predadores de bacterias y los gobiernos destinan dinero hacia ellos, como tituló el diario *The New York Times*: "El estudio del ántrax en un laboratorio de la era soviética con financiación occidental". El artículo publicado en mayo de 2007 daba cuenta de que el Pentágono norteamericano y la Organización del Atlántico Norte (OTAN), entre otros, otorgaban varios miles de dólares al Instituto Eliava, para que retomaran sus investigaciones sobre el ántrax que habían sido abandonadas tras el colapso de la Unión Soviética y la posterior independencia de Georgia en 1991.

Ya sea por la inquietud de armas biológicas como el ántrax, o por el interés en hallar posibles tratamientos que dobleguen a bacterias invencibles hoy ante los antibióticos, resurgen en Occidente

Tiflis (Tbilisi en georgiano) es la capital de Georgia. Es un país situado en el límite entre Asia y Europa, localizado en la costa del mar Negro, al sur del Cáucaso. Cada vez más pacientes europeos viajan allí para hacerse tratamientos en base a fagos.

Representación esquemática del bacteriófago lambda

Pueden observarse la cápside (o cabeza) que contiene el ADN y la larga cola no contráctil donde se encuentran las proteínas que permiten el reconocimiento específico de la bacteria. Basado en gráfico de Christian G. Schüttler, 2006

expectativas perdidas. "La terapia de fagos se revitalizó", remarca *Nature* a mediados de 2014. Y a las pruebas se remite: el Instituto Nacional de Alergia y Enfermedades Infecciosas de Estados Unidos la menciona como una de las siete puntas de su plan para combatir la resistencia a los antibióticos. Y en la Sociedad Americana de Microbiología, durante una reunión celebrada el año pasado en Boston, se presentó *Phagoburn*. Se trata del primer gran ensayo en Europa que busca contrarrestar con fagos infecciones habituales en casos de quemaduras. "La idea es colocar, sobre la herida producida por el fuego, una gasa embebida con una suspensión de fagos", puntualiza Piuri. Casi cuatro millones de euros destina la Unión Europea a esta investigación, que planea combatir las infecciones ocasionadas por las bacterias *Escherichia coli* o *Pseudomonas aeruginosa* en las lesiones de víctimas de incendios.

Usos diversos

"Ya hay productos con fagos, autorizados por la Administración de Medicamentos y Alimentos de Estados Unidos (FDA) que se agregan a alimentos como la carne en el proceso de empaquetamiento y controla las bacterias para que lleguen en buen estado al consumidor", puntualiza Quiberoni, investigadora del CONICET, al igual que Piuri, quien añade: "También hoy existen en la Argentina medicaciones con fagos. Son ampollas bebibles que se usan para casos de diarreas. Es una combinación de fagos efectiva contra distintas bacterias".

Por su parte, Piuri y su equipo en Exactas-UBA están en pleno desarrollo de un test que usa fagos para detectar, a partir de la saliva del paciente, si padece tuberculosis y cuál es la droga más efectiva en su caso. "Nuestro objetivo final es que cuando llegue el enfermo al sistema de salud, al otro día se le pueda dar el resultado y el remedio apropiado. Cuanto antes se tenga el diagnóstico, se puede empezar con el tratamiento bien dirigido", propone Piuri.

El sistema que aún requiere de numerosas pruebas y promete ser más económico que el actual, utiliza fagos que atacan a la famosa *Mycobacterium tuberculosis*, responsable de la muerte de 1,3 millones de personas en 2012, según la Organización Mundial de la Salud (OMS). Este fago –que logra infectar al temible bacilo de Koch– fue modificado por los científicos para usarlo como alertador. Ellos introdujeron en el fago el gen de una proteína fluorescente en el fago que, cuando se pone en contacto con la bacteria de tuberculosis, se enciende en un color muy llamativo, en este caso rojo. "En el microscopio cuando uno ve bacterias rojas es indicativo de tuberculosis", detalla Piuri.

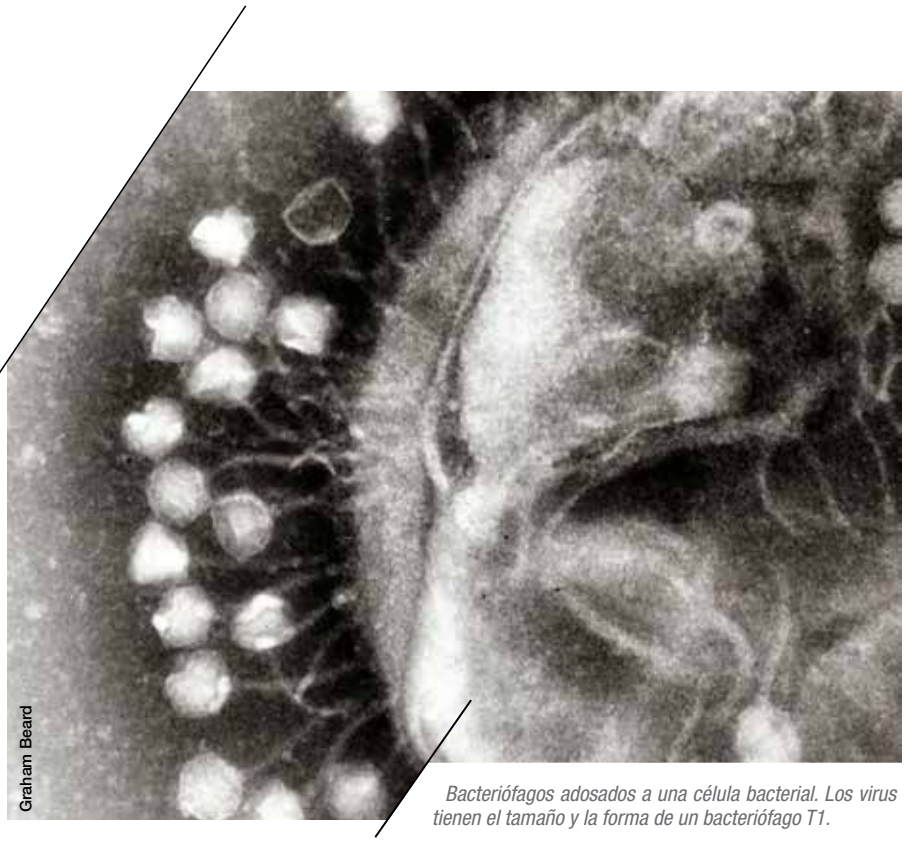
Ellos estudian una prueba similar para determinar cuál es la mejor droga a recetar. En el laboratorio reproducen un cultivo con la infección, y colocan un antibiótico. "Si hay fluorescencia quiere decir que las células de ese cultivo infectado por tuberculosis son resistentes a esa droga", plantea Piuri. La consigna es probar con distintos medicamentos hasta dar con el que resulta efectivo para matar al bacilo de cada caso.

De buenos y malos

Cuando el Instituto Eliava recibe muestras de las bacterias de Alan u otro paciente, las analizan y luego prueban cuáles son los fagos efectivos contra ellas para elaborar el preparado para el enfermo. Como los fagos son específicos, atacarán como misiles dirigidos al blanco a derribar, a diferencia de los antibióticos, que suelen ser de amplio espectro y barren a distintos tipos de gérmenes a la vez.

"El fago tiene la ventaja de ser autorreplicante y autolimitado, es decir que se multiplica mientras haya bacterias que pueda consumir, y deja de hacerlo cuando se terminan los gérmenes. Entonces, no genera problemas posteriores, como puede ocurrir con los antibióticos", explica Quiberoni.

Ahora bien, hasta aquí hablamos de fagos "buenos" que comen bacterias "malas", pero la vida es más compleja. También hay bacterias "buenas", como las lácticas, usadas en la elaboración de quesos o yogures, que son devoradas por fagos y provocan cuantiosos daños. "En la industria láctea, los fagos son una mala palabra porque pueden destruir producciones enteras", dice Piuri, quien estudia cómo estos virus se relacionan con las bacterias lácticas. La idea es conocer los mecanismos para evitar el contacto y la subsiguiente catástrofe.


Graham Beard

Bacteriófagos adosados a una célula bacterial. Los virus tienen el tamaño y la forma de un bacteriófago T1.

"Yo trabajo con los fagos malos", dice con humor Quiberoni, desde el Instituto de Lactología Industrial, dependiente de la UNL y del CONICET, y agrega: "Cuando hay una infección por fagos en la industria láctea, es necesario detener el proceso, y hacer una limpieza completa para eliminar cualquier fago, dado que se multiplica muchísimo". Hace 22 años que ella está en contacto directo con las empresas lácteas en un intercambio permanente. Por un lado, esta industria es la fuente de información de sus investigaciones; y a la vez, los conocimientos obtenidos son volcados para mejorar la producción. "Al principio, –recuerda– fue complicado establecer el vínculo porque para la industria era muy difícil aceptar que tenían este problema, ya que lo relacionaban con falta de limpieza. Fueron necesarios varios años para convencerlos de que era una cuestión común y afectaba a todos. Debíamos encararlo, sincerarnos para abordar alternativas".

En medio del trajín cotidiano, Quiberoni aisla fagos, identifica "casi cada día uno nuevo", y los congela a -80°C para conformar la colección de la "única fagoteca en Latinoamérica con semejante cantidad de especímenes que atacan bacterias lácticas. Actualmente tenemos más de 300", enumera con orgullo. "Algunos ya tienen más de veinte años y cuando se descongelan están en buen estado. No se sabe exactamente la cantidad de tiempo que se mantienen viables en estas condiciones porque no hay estudios a tan largo plazo, pero a esa temperatura y con un crioprotector están muy bien. Los cuido, los adoro. Son como mis hijos", ríe Quiberoni, quien se define como la curadora de la fagoteca.

Se trata de un banco de estudios al que acuden científicos de distintas partes del mundo, con quienes también lleva adelante trabajos conjuntos. "En este momento estamos encarando, en colaboración con investigadores de Canadá y España, uno de los problemas que más preocupa en la industria fermentativa: cómo lograr bacterias lácticas cada vez más resistentes a los fagos", especifica.

Es que en el mundo microscópico sobra acción. Para convivir con los fagos, las bacterias desarrollan mecanismos para evitar sus ataques. Pero estos también logran sortearlos y las atacan. De nuevo, las bacterias se tornan más resistentes, y los otros vuelven a ingeniarse para afectarlas. "Es tan rápida la evolución y la capacidad que tienen de adaptarse, que estamos siempre atrasados. El problema es continuo y cambiante. Uno siempre está un pasito atrás, pero con la ayuda de la biología molecular y la genética logramos conocerlos cada vez mejor", indica Quiberoni.

Y no tiene dudas de que el futuro le deparará más de lo mismo. "Seguramente seguirán siendo un problema para la industria láctica y nosotros continuaremos estudiando las alternativas para impedir que obstaculicen las producciones", avizora Quiberoni, quien evalúa que, en el campo de la salud, "habrá que seguir estudiando en qué se pueden aplicar los fagos. Pasó un siglo desde que se descubrieron, y estamos todavía investigando numerosos aspectos".

Como el problema de la resistencia a los antibióticos afecta cada vez a más personas como Alan, la ciencia busca alternativas. "De hecho, se están repitiendo numerosos ensayos clínicos del pasado para que cumplan con los estándares actuales de ética y se demuestre la inocuidad así como la efectividad", marca Piuri. "Los fagos –añade– son una herramienta muy poderosa que puede ser usada desde muchos ángulos diferentes. Durante mucho tiempo se creyó que se sabía todo de ellos. Ahora, al pensar en sus aplicaciones biotecnológicas, recobraron fuerza. Hay una vuelta a ellos, que habían sido olvidados por Occidente".

Supercomputadora TUPAC

Doce mil computadoras en una sola

Hace pocos meses se puso en funcionamiento en el Polo Científico Tecnológico de Palermo la supercomputadora TUPAC, un *cluster* de computadoras que trabajan en paralelo con una capacidad de cálculo equivalente a 12.000 computadoras hogareñas. Permite simular procesos complejos de diversa índole y promete motorizar el progreso tecnológico del país.

Verónica Engler | veronicaengler@gmail.com

A mediados de marzo de este año la presidenta de la Nación, Cristina Fernández de Kirchner, presentó en videoconferencia desde Casa de Gobierno la flamante supercomputadora TUPAC. Desde el Centro de Simulación Computacional para Aplicaciones Tecnológicas (CSC), dependiente del CONICET, ubicado en el Polo Científico Tecnológico, encabezaron el acto el ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, doctor Lino Barañao; el presidente del CONICET, doctor Roberto Salvarezza; el presidente de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, doctor Fernando Goldbaum; el responsable de la puesta en funcionamiento de TUPAC, doctor Eduardo Dvorkin; el responsable técnico de TUPAC, el doctor Esteban Mocskos; y la doctora Cecilia Galarza, integrante de la Comisión Asesora de esta iniciativa tecnológica.

Durante la comunicación con la presidenta, el titular de la cartera de Ciencia sostuvo que "esta computadora es una muestra de la alta tecnología puesta al servicio del desarrollo económico y social del país". Barañao aseguró que se trata de "una iniciativa que nos pone a la vanguardia en la región en cuanto a sus capacidades de procesamiento de datos y que permitirá la realización de estudios de gran impacto a nivel económico y social".

A su turno, Dvorkin explicó el porqué del nombre elegido para la supercomputadora: "Túpac Amaru luchó por la independencia de los pueblos americanos. Hoy la lucha por la independencia pasa por el dominio nacional de la tecnología; el *cluster* TUPAC será una herramienta vital en esta lucha".

Todas las pompas de su inauguración indican que TUPAC está destinada a ser una referente poderosísima de un fenómeno que en la última década fue tomando forma en nuestro país: la computación de alto rendimiento o *high performance computing* (HPC, por sus siglas en inglés). Se trata de una tecnología de enorme capacidad de cálculo. Para que se entienda: TUPAC está conformada por un grupo

http://www.mincyt.gob.ar/

de computadoras, que ocupan un espacio similar al de cinco heladeras, pero cuyo poder de procesamiento es equivalente a 12.000 PC hogareñas. La particularidad de este conglomerado es que sus integrantes están unidas entre sí por una red de alta velocidad y se comportan como si fuesen una única computadora: por eso se lo llama *cluster*.

"Dentro de sus prestaciones, TUPAC puede simular procesos de fractura hidráulica (*fracking*) para la industria petrolera, específicamente la técnica a utilizar por YPF en la explotación hidrocarburífera de Vaca Muerta. A su vez, puede desarrollar modelos de predicción meteorológica para el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), modelados estructurales y fluidodinámicos de vehículos espaciales (como el Tronador II, de la CONAE) y aeronaves en general. También puede ser utilizada para modelos de radar y sonar por la empresa INVAP", ejemplifica el doctor Eduardo Dvorkin, director del proyecto.

En el Sistema Nacional de Computación de Alto Desempeño (SNCAD) de Argentina ya hay registradas treinta y seis supercomputadoras, claro que no de las dimensiones y potencia de TUPAC, que posiciona a la Argentina, junto con México y Brasil, entre los países líderes en tener este tipo de equipamiento en Latinoamérica. La instalación de TUPAC demandó una inversión de 1.212.486 dólares y 2.745.785 pesos, aportados por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) y el CONICET. Cabe aclarar que antes de la inauguración de TUPAC, la Argentina ya contaba con una de las supercomputadoras más rápidas de la región: el espécimen en cuestión es Mendieta, y está emplazada en el Centro de Computación de Alto Desempeño (CCAD) de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC).

Divide y vencerás

TUPAC, como muchas de sus congéneres, es un *cluster* computacional dirigido a la resolución de modelos matemáticos por medio de simulación numérica. Se trata de encontrar soluciones a las ecuaciones que gobiernan los procesos del sistema que se estudia. Una simulación hace posible recrear una y

TUPAC está conformada por un grupo de computadoras, que ocupan un espacio similar al de cinco heladeras, pero cuyo poder de procesamiento es equivalente a 12.000 PC hogareñas.

otra vez aquello que sucede en un sistema integrado por muchísimos elementos individuales sin necesidad de insumir el tiempo y los recursos que requeriría repetir el experimento real. Existen muchos tipos de simulación por computadora, pero todos ellos comparten una característica común: tratan de generar una muestra de escenarios representativos para un modelo en el que una relación completa de todos los estados posibles de este sería muy costoso o imposible. "Hoy en día, la simulación es una herramienta crítica e indispensable en casi cualquier proceso de creación de conocimiento o de desarrollo tecnológico", puntualiza el doctor Esteban Mocskos, responsable técnico de TUPAC y docente de Exactas-UBA.

Mediante el uso de supercomputadoras se puede modelar el clima (pasado, presente y futuro); estudiar el Sol y o el nacimiento de una galaxia; simular de qué manera un *tsunami* podría afectar una determinada costa o ciudad; probar la aerodinámica de aviones militares; modelar cómo la modificación de determinadas proteínas puede afectar a las personas que sufren la enfermedad de Alzheimer; y modelar explosiones nucleares sin la necesidad de verdaderas detonaciones.

Hoy, en diversos campos tecnológicos existe la necesidad de contar con equipos de HPC que permitan resolver los problemas que plantean las simulaciones utilizando lo que se llama técnicas de paralelización o procesamiento en paralelo. "Paralelizar es aplicar la estrategia de dividir para conquistar", metaforiza Nicolás Wolovick, doctor en Computación de la Universidad Nacional de Córdoba y uno de los miembros del CCAD-UNC, responsable de la supercomputadora cordobesa Mendieta. "Particularmente en HPC, significa dividir el cálculo en partes y hacer que estas partes progresen en forma simultánea. Entonces, si se tiene un problema que requiere de diez veces la velocidad de cálculo de una computadora, se buscan diez computadoras y se reorganiza el cálculo para dividir el trabajo en diez partes".

Los conocedores del tema saben que el desarrollo de *software* paralelo es una tarea nada sencilla para la cual se requiere bastante tiempo y muchas habilidades. "La combinación de necesitar recursos humanos altamente capacitados y de tener que usar estos recursos por mucho tiempo hace que no sea algo accesible a cualquier proyecto", señala Mocskos.

TUPAC sin duda abrirá las puertas para la realización de proyectos de una envergadura que, hasta el momento, estaba por fuera de las posibilidades de nuestro país. "El mayor desafío que enfrentamos recae en la utilización de esta herramienta para proyectos que tengan que ver realmente con el avance tecnológico del país y lograr que tenga un impacto en el desarrollo de productos o tecnologías que aumenten el valor agregado a nivel país", invita Mocskos.

La propia historia computacional

En el mundo, quienes se dedican a la HPC realizan cada año un listado con las quinientas supercomputadoras más rápidas del mundo, con mejores desempeños. Este análisis muestra que en las últimas dos décadas las prestaciones de los sistemas ubicados en el primer puesto ha crecido sostenidamente, cumpliendo la ley de (Gordon) Moore (uno de los fundadores de Intel) y duplicando la potencia, aproximadamente, cada catorce meses. En junio de 2013, el sistema más rápido, el Tianhe-2, de China, era 419.100 veces más rápido que el sistema más rápido en noviembre de 1993. Por debajo del Tianhe-2 se ubican Titan y Sequoia, ambas de Estados Unidos, y K Computer,

Presentación de TUPAC. Estuvieron el ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, Lino Barañao; el presidente del CONICET, Roberto Salvarezza; el presidente de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, Fernando Goldbaum; el responsable de la puesta en funcionamiento de TUPAC, Eduardo Dvorkin; el responsable técnico de TUPAC, Esteban Mocskos; y Cecilia Galarza, integrante de la Comisión Asesora de esta iniciativa tecnológica.

de Japón. "Hay una correlación muy fuerte entre una economía que desarrolla productos y el uso de herramientas de cómputo de alto desempeño como TUPAC", indica Mocskos. "Por ejemplo, si se desarrolla un nuevo material cerámico, la utilización de ese nuevo material en un producto industrial da valor agregado a ese producto. Ese camino es el que se sigue en todas las economías que lideran los desarrollos industriales en el mundo".

Pensar el fenómeno que supone la instalación del *cluster* TUPAC desde la perspectiva de nuestra propia historia, conduce en forma casi directa a la instalación de la computadora Ferranti Mercury, más conocida como Clementina, en el Instituto de Cálculo de la UBA en 1961. "Clementina, que fue la primera computadora de uso científico disponible en nuestro país, tenía una triple misión: docencia, investigación y servicio. Los servicios tenían como principales usuarios a distintos organismos como la CNEA, EnTEL, INTA, YPF, Instituto Nacional de la Salud (INS) o el Instituto de Sociología, entre otros. Este último objetivo o misión –la de resolver problemas computacionales de otros organismos– es idéntico al que tiene TUPAC, que prestará servicios a YPF, INVAP, y FAdeA (Fábrica Argentina de Aviones), entre otras", historia Gustavo Del Dago, integrante del proyecto Salvando la Memoria de la Computación Argentina (SaMCA), una iniciativa que se originó en 2007 como respuesta a la preocupación de un grupo de informáticos por incorporar dentro del campo disciplinar líneas de investigación sobre su propia historia.

Del Dago es especialista en desarrollo de *software* y profesor de computación en escuelas técnicas, además de pionero de la arqueología computacional, una incipiente disciplina en la Argentina. "Preservar programas, desarrollar ecosistemas (emuladores) donde volver a ejecutarlos y realizar estudios en profundidad sobre estos objetos, son las tareas principales que realizamos cuando trabajamos bajo este enfoque", describe este especialista, quien desarrolló una reconstrucción del ambiente de programación y ejecución de la Ferranti Mercury y, en particular, del lenguaje COMIC, primer lenguaje de computación desarrollado en el país. Esto le sirvió para poner a funcionar y estudiar programas que nunca más se utilizaron después de La Noche de los Bastones Largos.

"Una consecuencia no planeada, o por lo menos nunca expresada de forma explícita, de la adquisición de Clementina fue la creación de la primera carrera de Computador Científico. Se podría decir que en la búsqueda de soluciones a problemas provenientes de otras disciplinas comenzaron a aparecer algunas soluciones que implicaron un dominio muy amplio del instrumento con el que se trabajaba. De modo que se comenzó a trabajar en problemas propios de la computación. El primer lenguaje y compilador (COMIC), el desarrollo de simuladores y *software* de base, fueron los primeros pasos en la incipiente disciplina que hoy conocemos como Ciencias de la Computación. En ese mismo sentido, veo la incorporación de TUPAC como la de un nuevo instrumento, que a la vez que permite resolver los problemas que hoy requieren gran capacidad de cómputo, se convierte en un objeto de estudio que nos puede permitir abordar este nuevo y vasto campo disciplinar que es la computación de alto rendimiento".

En la actualidad, Del Dago se encuentra trabajando en un plan de formación sobre temas de computación de alto rendimiento orientando a estudiantes secundarios y utilizando las *netbooks* del Programa Conectar Igualdad. "Esto implica que muchas de las políticas de Estado se refuerzan mutuamente", observa el docente.

Lo más interesante de esta historia es que no es solo historia, fundamentalmente es futuro.

Ética ambiental

¿Qué conservar y **por qué?**

¿Qué pasaría si las cucarachas o las ratas estuvieran en riesgo de extinción? ¿Habría voluntarios para protegerlas? Detrás de cualquier decisión acerca del ambiente hay una posición filosófica y hay una disciplina, la *ética ambiental*, que se ocupa de analizar las complejas relaciones entre los seres humanos y el ambiente. Las posturas son diversas, y cada una esgrime sus razones.

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

Hoy en día casi nadie se atrevería a cuestionar la necesidad de proteger y conservar especies en riesgo de extinción. Tal vez el más promocionado, hace ya muchos años, fue el oso panda, cuya imagen se convirtió en el logo de una organización ambiental. De más está decir que en China, quien se aventure a cazar un panda puede cargar con una cadena perpetua. En la Argentina, el oso hormiguero, el ciervo de las pampas y el yaguareté son algunos de los animales que han acaparado el interés de los conservacionistas (ver *EXm* 56). Sin embargo, si alguna especie de cucaracha o de serpiente venenosa estuviera en peligro, ¿habría muchos interesados en protegerlos?

Es que decidir qué conservar y por qué depende de muchos factores, además de los biológicos, y entran en juego aspectos sociales, económicos, afectivos y, sobre todo, morales. Por ello, la conservación entraña una ética, es decir, un conjunto de principios que definen valores: lo bueno y lo malo, lo conveniente y lo que no lo es. Ello implica que, frente a la necesidad de tomar decisiones, puedan existir diferencias, según la posición ética de cada uno.

Valor utilitario

"Para la posición conocida como antropocentrismo, o ética de la conservación de los recursos, conservar la naturaleza tiene sentido porque esta nos provee de bienes y servicios, y es útil en algún sentido", detalla el doctor Javier López de Casenave, profesor en Exactas-UBA de Biología de la Conservación.

Esa posición ética centrada en el hombre tiene sus raíces en un movimiento filosófico desarrollado entre los siglos XVIII y XIX, el utilitarismo, cuyos máximos exponentes fueron los filósofos británicos Jeremy Bentham y John Stuart Mill. Para el utilitarismo, la moralidad de una acción se define por su utilidad para los seres humanos y su capacidad de producir el máximo bienestar para el mayor número de personas.

Así, para el antropocentrismo, la naturaleza no tiene valor intrínseco, sino apenas un valor utilitario: proteger la diversidad de especies vale la pena en la medida en que esta sea un medio para satisfacer un fin: obtener alimentos, madera para muebles, o sustancias con potencial farmacológico, entre otros. En esta línea, la única entidad con valor intrínseco es el hombre.

La posición antropocéntrica, con foco en el utilitarismo y en la conservación de recursos, no busca proteger a los individuos, sino a las especies. Por ejemplo, en un bosque podemos talar un gran número de árboles para obtener madera, pero lo importante es que esa especie de árbol se conserve para las generaciones venideras.

En la Argentina, el oso hormiguero, el ciervo de las pampas y el yaguareté son algunos de los animales que han acaparado el interés de los conservacionistas.

Valor intrínseco

En el polo opuesto, se desarrolló otra postura que asigna valor intrínseco a la biodiversidad, sin considerar si aporta beneficio al hombre. "Se conoce como visión biocentrista, o ética romántico-trascendental de la naturaleza, y tiene su raíz en algunos autores del siglo XIX, como el naturalista de origen británico John Muir, y los escritores estadounidenses Ralph Waldo Emerson y Henry David Thoreau. Todos ellos exaltaron la importancia de los entornos naturales, en algunos casos rozando casi lo sagrado, y reconociendo al hombre solamente como una pieza más en el marco de la naturaleza. En el biocentrismo, lo que posee valor intrínseco no son las especies sino el individuo –el organismo–, ya sea un mamífero, una cucaracha o una bacteria".

No obstante, el biocentrismo presenta diversas variantes, que van desde atribuir valor intrínseco a todos los individuos, hasta reconocer ese valor solo en algunos, por ejemplo, aquellos que poseen un sistema nervioso central y tienen la capacidad de sentir placer y dolor. Estos, que son denominados "sintientes" e incluyen a todos los vertebrados, tendrían un valor intrínseco superior a aquellos que "no sienten".

"El biocentrismo y el antropocentrismo dieron pie al inicio de los movimientos ambientales", señala López de Casenave. Por un lado, el antropocentrismo generó la idea del uso sustentable de los recursos naturales, e impulsó la creación de áreas protegidas para uso múltiple, donde se puede hacer turismo, cría de animales, o extracción de productos en forma racional, entre otros.

Por el otro, el biocentrismo originó el activismo ambientalista y favoreció el establecimiento de las primeras áreas protegidas intangibles: los parques nacionales. El primero en el mundo fue Yellowstone, en Estados Unidos, en 1872; y, en la Argentina, el Parque Nahuel Huapi, en 1934 (área protegida desde 1903).

La tercera posición

A partir de esas posturas extremas, a fines de la década de 1940 surge una tercera posición: el "ecocentrismo" –también denominado "ética ecológico-evolutiva de la Tierra"– cuyo representante fundamental fue un ingeniero forestal estadounidense, Aldo Leopold. "Esta visión tomó lo mejor de los movimientos anteriores", estima López de Casenave, y agrega: "El ecocentrismo asigna valor intrínseco a la naturaleza, y también reconoce su valor utilitario". Esta postura es superadora porque asigna valor a los sistemas ecológicos, que son los que hay que conservar, entre otras razones porque ellos brindan beneficio al hombre, pero además, porque poseen un valor intrínseco.

"Para mí es una combinación muy sabia entre la visión utilitarista extrema y la biocentrista extrema, y posee una base científica sólida", sostiene López de Casenave.

Ballenas y gaviotas

En la sociedad conviven diversas posturas éticas, que están presentes ante cualquier conflicto ambiental. Por ejemplo, en Puerto Madryn, Chubut, aumentó la población de gaviotas, y estas atacan a las ballenas y les producen lesiones. ¿Cómo encarar el problema? Dado que las ballenas constituyen un recurso turístico, la postura utilitaria argumentará que es necesario protegerlas porque son fuente de ingresos, y se buscará controlar a las gaviotas. En cambio, el argumento de una perspectiva ecocéntrica se basará en que las ballenas deben ser protegidas porque sin ellas se vería afectado el sistema. Por su parte, los biocentristas, en una posición extrema, se opondrán al control de las gaviotas y las defenderán por su valor intrínseco como individuos.

El biocentrismo *y el* antropocentrismo *dieron pie al inicio de los movimientos ambientales. El* biocentrismo *originó el activismo ambientalista y favoreció el establecimiento de las primeras áreas protegidas intangibles: los parques nacionales. El primero en el mundo fue Yellowstone, en Estados Unidos, en 1872.*

Esta postura alcanza su desarrollo pleno en la década de 1970, cuando se producen diversos hitos en política ambiental. Por ejemplo, en 1972 se realizó en Estocolmo la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano, el primer gran encuentro internacional sobre medio ambiente. Asimismo, en ese año se publicó el informe *Los límites del crecimiento*, donde el Club de Roma –fundado en 1968 por un grupo de políticos y científicos preocupados por el futuro del planeta– alertaba acerca de la necesidad de controlar el crecimiento poblacional.

"En la efervescencia cultural de la década del 60 comienza a instalarse en la opinión pública el tema ambiental; y a principios de los años 80 surge la biología de la conservación como disciplina científica, construida sobre la base del ecocentrismo", señala López de Casenave.

Si bien el ecocentrismo predomina en el ámbito científico, se podría decir que en la sociedad conviven las diversas posturas éticas, y ello se hace evidente en los conflictos ambientales. Por ejemplo, como señala la licenciada Gabriela Klier, becaria doctoral en Exactas-UBA: "Si le damos valor al ecosistema, ¿qué se hace con las especies invasoras, por ejemplo con los castores introducidos en 1950 en Tierra del Fuego?".

Con el fin de proteger el ecosistema, se busca controlar a la especie foránea. Al respecto Klier se pregunta: "¿A partir de qué momento tenemos un sistema natural?", y prosigue: "Si el hombre es parte de la naturaleza, ¿por qué no consideramos como natural la introducción del castor? Si, por ejemplo, un albatros lleva cierto parásito a una región, ¿por qué tendríamos que combatir al parásito?".

El problema, para esta investigadora, es que las decisiones sobre la conservación no siempre tienen en cuenta a los actores sociales, factores que sí eran considerados por Aldo Leopold, el impulsor del ecocentrismo, quien, por ejemplo, ponía énfasis en la relación entre el granjero y su ambiente, y señalaba que, en ciertos lugares, el manejo humano de un ecosistema podía generar mayor biodiversidad.

Parece difícil llegar a un consenso sobre qué proteger, ya se trate de las gaviotas que afectan a las ballenas en Puerto Madryn (ver Recuadro "Ballenas y gaviotas") o los castores invasores en Tierra del Fuego. "Un gran filosofo de la biología decía que la biodiversidad es lo que los biólogos de la conservación conservan", comenta Klier.

Una pregunta es si, cuando se trata de cuestiones éticas y sociales, es posible aplicar un principio universal para decidir qué conservar, sin tener en cuenta la idiosincrasia de cada región.

"El problema de una postura ecocentrista, que olvida el lugar del hombre y de la diversidad cultural, es que termina conservando para nadie, simplemente porque tiene un valor en sí", sostiene Klier, y cuestiona que sean los científicos los que decidan qué se debe conservar, sin un diálogo con los distintos sectores sociales.

Naturaleza lastimada

Por su parte, el doctor Claudio Campagna, científico conservacionista de la *Wildlife Conservation Society*, se sitúa en una posición lateral al ecocentrismo, cercana a la "romántica-trascendental". Su interés hace foco en la conservación de especies, y rechaza toda perspectiva relativa al interés humano que pueda llevar a una extinción. "Una extinción empujada por razones antrópicas, fuera del marco de la selección natural, es inaceptable, de manera mucho más profunda que el

Uno de los ejemplos más promocionados de la necesidad de proteger una especie en extinción es el oso panda, cuya imagen se convirtió en el logo de una organización ambiental. En China, quien se aventure a cazar un panda puede cargar con una cadena perpetua.

Biodiversidad versus desarrollo

En su libro *Bailando en tierra de nadie: hacia un nuevo discurso del ambientalismo*, Claudio Campagna sostiene que es el lenguaje el que impide captar el significado de la crisis de las especies. Cuestiona la idea de "desarrollo sostenible", cuyo "verdadero significado es el de usar las especies para que las economías globalizadas crezcan y sostengan el consumo expansivo como idea de bienestar", y destaca: "Las consecuencias son brutales aunque el conservacionismo no les preste atención, porque este armazón discursivo no solo fracasa en remediar las amenazas, facilita que se instalen".

Para el autor, el lenguaje no llega a indicar que existe una crisis, solo aporta datos e información, pero no da el verdadero significado que, a su juicio, es el de "lastimar" a la Naturaleza. La Naturaleza lastimada, en el lenguaje de Campagna, es la posición opuesta a los valores estéticos de las especies. Lo bello tiene su contrapunto en la herida, el daño, el sufrimiento. Considera que la crisis de las especies debería entenderse bajo el discurso ético con que se afronta el tema de la esclavitud. "No se dice que la esclavitud podría ser sustentable y generar empleo –sostiene– sino que se la excluye de lo aceptable".

Asimismo, compara la pérdida de una especie con la de un número natural, o de un elemento químico de la tabla periódica. "En el contexto del lenguaje matemático, si se creara un vacío allí donde es primordial la ocurrencia de un número, se debería replantear una buena parte del universo de la disciplina, y de su parte integrada a nuestra vida cotidiana. El mundo sería otro. Pero la extinción no se entiende de la misma manera".

"El desarrollismo sostenible conduce hacia lo que esa ideología más teme: el debilitamiento del 'progreso', la implosión de la trama económica mundial y la consiguiente caída de la prosperidad económica", sostiene Campagna.

rechazo ético a la esclavitud, la tortura, o los genocidios". Y prosigue: "La falta de comprensión ética ante una extinción se debe a que carecemos del lenguaje para decir su trascendencia, carecemos de las herramientas intelectuales para poner en perspectiva la ocurrencia con el sentido que requiere".

Pero ¿qué lugar ocupa el ser humano en la naturaleza? Según Campagna, "un lugar éticamente conflictivo dado que evadimos las reglas naturales, nos escudamos de ellas sin aceptar que jugamos a otro juego. Tenemos la capacidad de aniquilar ambientes, con sus especies incluidas, a escala planetaria pero queremos vernos como una especie más". Y subraya: "Yo prefiero hoy entendernos fuera de la naturaleza".

Pero ¿hay que proteger también a las especies dañinas? El investigador responde: "Hoy padecemos a la Naturaleza porque estamos en todas partes. Hasta no entender el significado de exterminar hasta la extinción, mejor no causar ninguna".

Por su parte, Gabriela Klier acuerda con Campagna en su crítica al desarrollo sostenible. "La pérdida de biodiversidad está muy relacionada con la idea de desarrollo y crecimiento económico", subraya. Pero, para esta investigadora, toda propuesta de conservación tiene que tener en cuenta al hombre, por ejemplo, a las comunidades con siglos de arraigo y conocimiento respecto del manejo del bosque chaqueño. Esas comunidades, durante más de 500 años, pudieron mantener los bosques, bosques que luego serían destruidos en pocas décadas en pos del desarrollo agrícola.

Claramente, la relación del hombre con la naturaleza es compleja. Y parecería que cualquier posición que se asuma puede colisionar con intereses económicos, políticos y sociales. ¿Tiene la ciencia la última palabra? Los hechos sugieren que el camino es el consenso entre los diferentes actores. Algo difícil de lograr. Mientras tanto, hay una perdedora: la biodiversidad. Pero ello redunda también en pérdida para la humanidad.

La transformación del hipopótamo

Desde la tierra al mar, un largo camino

Hace 50 millones de años los cetáceos (ballenas, delfines, orcas) vivían en tierra firme y eran muy similares a los hipopótamos. En su paso a la vida acuática, estos mamíferos sufrieron marcados cambios en su anatomía y fisiología que quedaron grabados en sus genes.

Paula de Tezanos Pinto | paulatezanos@yahoo.com

Son las cuatro de la tarde y la bióloga Magdalena Arias, becaria del CONICET, se encuentra en altamar, cerca de San Antonio Oeste (provincia de Río Negro). Está a bordo de una embarcación de turistas, evaluando el efecto del turismo sobre el comportamiento de los cetáceos. Acompañan al barco más de ciento cincuenta delfines comunes –que viven en altamar y se desplazan en manadas– saltando por todos lados. Saltan los adultos, saltan los jóvenes, saltan las madres con sus crías recién nacidas: una fiesta. Por donde se mire, hay delfines. "Daba la sensación de que, si sacaba la mano, podría tocarlos", cuenta Arias.

Los delfines, al igual que las ballenas y las orcas, son cetáceos, un grupo de mamíferos que pasan toda su vida en el mar. Sin embargo, estos animales no siempre fueron acuáticos. Hace millones de años, los primeros cetáceos caminaban por tierra firme. Y, si bien en la actualidad tienen forma de pez, en aquellos lejanos tiempos, estos "peces mamíferos" se parecían mucho a los hipopótamos. La transformación llevó aproximadamente 50 millones de años. Su larga historia de evolución comenzó cuando aquel animal ancestral migró de a poco al mar y se fue adaptando a su mundo nuevo.

Al cambiar la tierra por el agua, los cetáceos enfrentaron múltiples obstáculos, que superaron gracias a cambios en su anatomía y fisiología. Una publicación reciente del doctor Michael McGowen y colaboradores en la revista *Trends in Ecology and Evolution* cuenta cómo la historia de la transformación de los cetáceos quedó "grabada" en sus genes.

Genes inactivados

En el ambiente terrestre, la vista, el olfato y el gusto son fundamentales para obtener alimento y escapar de los predadores, pero en el agua esos sentidos no son importantes. En los cetáceos, muchos de los genes involucrados en los sentidos se fueron inactivando con el paso del tiempo. En la actualidad, estos mamíferos carecen de aparato olfatorio o lo tienen muy reducido. Tampoco poseen papilas gustativas en la lengua. Esto no es sorprendente ya que, como no mastican a sus presas, tienen poca oportunidad de saborearlas. "Los genes inactivados permanecen en el genoma como fósiles genéticos que documentan una capacidad pasada, pero que actualmente está ausente", aclara McGowen, del Centro de Medicina Molecular y Genética de la Universidad Estatal Wayne (Estados Unidos), en la publicación.

Si bien a lo largo de la evolución muchos genes se fueron silenciando, aparecieron ciertas variantes que favorecieron la vida acuática. Una innovación es la

habilidad de escuchar debajo del agua. Los cetáceos con dientes emiten sonidos de alta frecuencia e interpretan los ecos producidos por los objetos a su alrededor, de manera similar a un sonar. Este fenómeno se conoce como *ecolocación*. Esta capacidad de "oír" surgió a partir de cambios en algunos aminoácidos de la proteína prestina, que está involucrada en la audición. Solamente los cetáceos y los murciélagos son capaces de ecolocalizar los objetos. Esta es una adaptación a "oír" en condiciones de muy baja luz.

Otra importante innovación fue el desarrollo de una mioglobina (proteína en los músculos) con altísima afinidad por el oxígeno. La aparición de este tipo de proteína ocurrió debido al reemplazo de aminoácidos de alta carga. En ballenas, por ejemplo, el 41% del oxígeno que se utiliza durante los buceos proviene del almacenado en la mioglobina. Comparado con otros mamíferos, este porcentaje es excepcionalmente alto, y es por ello que la carne de cetáceos es de un color muy oscuro. Los pinnípedos (focas, lobos marinos y elefantes marinos) que, al igual que los cetáceos, realizan buceos profundos, también poseen una mioglobina de alta afinidad.

Millones de años en unos meses

Durante el desarrollo embrionario hay genes que se activan por períodos cortos y luego son reprimidos para siempre. Los embriones de los cetáceos expresan, a lo largo de los meses que dura su gestación, la historia de su evolución. Por ejemplo, aunque los adultos no tienen patas traseras –ya que se fueron atrofiando hasta desaparecer–, los fetos expresan patas traseras durante los primeros estadios de su desarrollo, pero luego su expresión se silencia para el resto de la gestación.

El huevo o la gallina

¿Las mayores inmersiones en busca de alimentos forzaron a la mioglobina hacia una forma de alta afinidad por el oxígeno? ¿O la modificación de la mioglobina hacia su forma de alta afinidad por el oxígeno permitió a estos animales realizar buceos profundos?

La doctora Bettina Mahler, investigadora asistente del CONICET, aclara: "Si fuera el primer camino se podría explicar por un proceso de selección, en el que los organismos que llegaron más abajo pudieron empezar a alimentarse de presas nuevas con una menor competencia. Esto, a su vez, puede haber favorecido a los organismos que poseían este tipo de mioglobina, ya que les aportaba una mayor aptitud y por lo tanto resultaron más exitosos. Si fuera el segundo camino, esto se podría explicar por una mutación que generó que se captara el oxígeno con mayor afinidad, y luego esa mutación se fijó en la población, pero es más difícil de explicar por selección. El comportamiento de animales buceadores (para alimentarse) puede haber favorecido la evolución de la mioglobina para captar más oxígeno. Por ejemplo, los organismos que colonizan ambientes de altura tienen mayor afinidad por el oxígeno que los que viven a nivel del mar, pero este cambio surge a posteriori", explica Mahler, docente en el Departamento de Ecología Genética y Evolución de Exactas-UBA.

Johannes Lundberg/Flickr

En cuanto a la dentadura, a lo largo de la transformación del hipopótamo hubo una transición desde especies netamente dentadas, a especies intermedias que poseían tanto dientes como barbas (láminas de queratina), hasta especies que exclusivamente tenían barbas. Si bien en las ballenas adultas solo hay barbas, sus fetos expresan dientes durante su desarrollo, pero luego la expresión de estos genes se silencia para el resto de la gestación, y de la vida.

Entre agosto y octubre de cada año, miles de personas viajan a la costa de la Patagonia argentina a visitar a la ballena franca, que cría allí sus ballenatos. Muchos de estos turistas se embarcan para verlas, sacan centenares de fotos a los gigantes del mar y se emocionan al verlos a pocos metros. Sin embargo, pocos sospechan que las bellas ballenas encierran en sus cuerpos millones de años de evolución, ni tampoco que al acercarse en los barcos pueden perjudicarlas. "Muchas madres se separan de sus crías cuando se acerca una embarcación; esta respuesta, multiplicada por el alto número de avistajes diarios puede resultar en una menor tasa de amamantamiento del ballenato", comenta Arias, quien estudia el impacto de las embarcaciones turísticas sobre el comportamiento de la ballena franca en el Instituto de Biología Marina y Pesquera Almirante Storni. Si bien es improbable que el efecto del turismo empuje a las ballenas a volver a la tierra, es posible que las empuje a elegir otras zonas donde criar a sus ballenatos.

HUMOR por Daniel Paz

ENTREVISTA

Guillermo Martínez

Un escritor de dos mundos

Matemático especializado en lógica y escritor. O al revés. Nacido y criado en Bahía Blanca, Guillermo Martínez se formó como lógico en Exactas-UBA al tiempo que completó su primer volumen de cuentos. Con *Acerca de Roderer* irrumpió como novelista y de ahí en adelante fue afianzando su papel de escritor pero sin abandonar su interés por los números y su lógica. En Martínez conviven dos formas de escrutar la realidad que no ofrecen solución de continuidad.

Armando Doria | mando@de.fcen.uba.ar
Fotos: Diana Martinez Llaser

¿Cómo se balancean tus intereses en relación con tu doble pertenencia al mundo de la matemática y de la literatura?

En realidad nunca llegué a un equilibrio absoluto.

¿De cuál de esos mundos partiste?

Desde muy chico pensé que la literatura iba a ser una parte de mi vida porque era algo que estaba en mi familia, algo muy marcado. Mi papá era escritor vocacional pero muy consecuente; mi mamá, profesora de letras. Si bien no había en casa una atmósfera científica, mi papá tenía un gran respeto y admiración por la matemática. Se había graduado de ingeniero agrónomo y sabía de estadística. Recuerdo que, cuando era chico, en casa aparecían libros de matemática moderna y teoría de conjuntos. Él trataba de enseñarnos con esos libros.

¿Esa influencia alcanzó para que te interesara la matemática?

No, nunca imaginé, ni de chico, ni en la adolescencia, que me iba a dedicar a la matemática. Eso para mí fue como un accidente inesperado que llegó cuando tuve que elegir una carrera universitaria. Estaba esta idea, en aquella época, de que había que seguir una carrera seria que te permitiera vivir y después, en todo caso, hacer una segunda carrera que a uno le gustara. Entonces yo, de hecho, elegí ingeniería electricista y fue ahí que descubrí la matemática como disciplina y como rama de la filosofía. Dejé ingeniería y me pasé a matemática, y me encaminé a la lógica matemática.

¿Cómo podés definir la continuidad entre la matemática y la filosofía?

Yo siempre digo que hay como un pasaje de la matemática a la filosofía en el sentido de que la filosofía trata de estudiar conceptos que son muy próximos entre sí, de discernirlos, todavía dentro del lenguaje natural, y que la matemática también trabaja de una manera similar, solo que con diferencias más sutiles que requieren fórmulas, requieren un lenguaje específico, todavía más preciso, como microscópico. Pero hay una continuidad, una cantidad de procedimientos de la matemática que tienen que ver con la filosofía.

Vos dejaste Bahía Blanca para establecerte en Buenos Aires y doctorarte en matemática. ¿En ese momento cuál era tu relación con la producción literaria?

Estaba escribiendo estos cuentos y pasé un año y medio en el taller literario de Liliana Heker hasta que terminé de escribir mi primer libro de cuentos. Algunos cuentos ya los tenía escritos y otros los escribí dentro de ese taller.

¿Todavía no te veías como escritor?

Yo escribía cuentos, para mí no iba a ser más que eso: escribir cuentos, no había otra expectativa personal al respecto. Además, toda mi energía mental estaba puesta en el doctorado. La literatura era casi como un *hobby* que yo había mantenido desde muy chico.

Pero un día...

Con el libro ya terminado, me presenté a un concurso literario del Fondo Nacional de las Artes que gané y el premio era, justamente, un dinero que se le daba a un editor que estuviera interesado para que hiciera la edición sin riesgo económico. Entonces fue así que se publicó *Infierno grande*, lo publicó Legasa y fue un libro que se leyó en los círculos literarios. Lo leyó alguna gente que fue muy generosa conmigo, como Mempo Giardinelli, María Esther Vázquez, María Esther de Miguel y Ricardo Piglia, quien conversó conmigo sobre el libro y me hizo unos comentarios muy penetrantes, muy interesantes. Siempre recuerdo con mucho cariño esa etapa, tenía algo que extraño un poco ahora, que era algo así como un grupo en el que yo podía discutir cuento a cuento con cierto detalle, tal como en la ciencia se puede discutir quizá un teorema,

los detalles de un teorema. Se discuten otros conceptos, otros criterios, o sea, nadie va a pretender tener una verdad demostrable sobre tal adjetivo.

El cuento como objeto de estudio.

Exactamente, está la idea del cuento como un objeto que ponemos en discusión. No es tanto esta idea como medio romántica del cuento como una proyección de algo personal o creado en un momento con un rapto de inspiración sino el cuento como un objeto provisorio que admite correcciones, impugnaciones parciales, cambio de palabras, cambio de personas, de perspectiva, en fin... Es difícil encontrar un grupo de gente que esté dispuesta a discutir con ese nivel de detallismo. Eso cuando un taller es bueno, cuando un grupo literario es bueno me parece que ayuda mucho, además de darte la atmósfera. Yo creo que tanto en la matemática como en la literatura, en estos grupos hay como cierta jerga que hay que manejar y cierta bibliografía común y cierto nivel del pensamiento... Es muy importante tener atmósfera.

¿Qué más entregó esa atmósfera?

Publiqué mi primer libro y empecé un segundo libro de cuentos. Yo había escrito ya tres cuentos para un segundo libro y uno de esos cuentos se fue alargando y decidí convertirlo en una pequeña novela. Fue mi primer intento con esa forma un poco más extensa, y fue finalmente *Acerca de Roderer,* mi primera novela, una novela bastante a contramano de lo que hacía mi generación en esa época. Más bien predominaba la idea de la novela "juvenilista" vinculada al rock, a las drogas, a cierta... Yo lo llamo "el costumbrismo de lo moderno". Es decir, sonaban muy modernas en esa época. Yo escribía una novela que tenía más que ver con la tradición literaria, quizás con el tema faústico. A mi me interesaba mucho esta idea de poder pensar en temas que tienen una tradición literaria y abordarlos en una clave o en un avatar contemporáneo. Bueno, después me fui a Inglaterra. *Acerca de Roderer* se publicó e inmediatamente yo viajé. Y la novela hizo su camino por sí misma y cuando volví de Inglaterra me encontré con que la edición se había agotado, la recordaban, la habían leído; entonces publiqué *La mujer del maestro* que fue mi segunda novela. Una novela mucho mas literaria, a lo Henry James.

De tu paso por la Universidad de Oxford nació tu tercera novela, imagino.

Al regreso de Oxford yo tenía pensado, más o menos, los temas principales y sobre todo el ámbito para una novela policial que transcurriera en Inglaterra, en Oxford más precisamente. No lo tenía en programa, tenía las ideas, pero pensaba que esto iba a ser una novela para escribir como si fuera... Un descanso, como unas vacaciones.

¿La literatura significaba eso para vos en aquel momento, algo así como un descanso?

Más bien el tema, el hecho de escribir una novela policial me parecía que era algo para escribir relajado, se podría decir. Pero resultó distinto. Cuando salió el portal educativo Educ.ar, me preguntaron si podía escribir una novela de unas setenta páginas, que iban a colgar por entregas semanales. La idea era publicarla en fascículos, al igual que como empezó la novela policial en los diarios, querían hacer algo por el estilo. Y de hecho empezaron el proyecto con una novela de Pablo De Santis que la escribió íntegra y la mía iba a ser la siguiente. Pero bueno, en el medio puso un pie Domingo Cavallo a Educ.ar, antes de su paso al Ministerio de Economía de De la Rúa, y todo se disolvió en el aire. Entonces me quedé con los cuatro primeros capítulos de esa novela y con tiempo infinito por delante para escribirla.

¿Además de tiempo por delante tenías motivación por ese material?

Particularmente. Me había interesado la cantidad de cuestiones que había pensado para la novela. Ya no tenía por

qué pensarla en una clave para adolescentes, entonces pude incorporar una cantidad de temas. Por ejemplo, todo el tema de los trasplantes de órganos, el tema filosófico central de Wittgenstein, es decir, temas que, paradójicamente, ahora leen los chicos en los colegios secundarios ya que tienen *Crímenes imperceptibles* en la bibliografía. Una novela que iba a ser para chicos de colegios secundarios terminó siéndolo, aunque en otra escala.

¿Y qué pasó con la escritura recluida al momento de vacaciones, de descanso?

Tenía una lista en espera que iba creciendo y ya apenas podía dedicarme a escribir en las vacaciones, en los tiempos libres. Entonces, bueno, gracias a esta novela pude pensar en dejar de a poco la universidad.

¿Te alejaste definitivamente de la academia?

La dejé hace diez años, pero no dejé del todo la matemática, en el sentido de que dos años después me encontré escribiendo el libro *Gödel para todos* y, bueno, escribí *Borges y la matemática*, y sigo leyendo cosas de lógica que tienen que ver con la filosofía de la matemática. Cada tanto todavía me invitan a congresos donde se habla de ciencia y literatura. Acabo de publicar con Paula Bombara una antología donde reunimos cuentos de ciencia ficción, que publica el plan de lectura del Ministerio de Educación y está ahora en todos los colegios secundarios.

¿Identificás cómo se intercala tu formación matemática con tu oficio de escritor? ¿Existe eso?

Yo creo que existe de una manera muy diferente de lo que suele creer la gente; es decir, creo que existe en cuanto a cierta forma de pensar sobre un cuento ya terminado o una novela. Sobre todo para mí existe en todo lo que es la parte de corrección. Existe en el sentido de que los matemáticos perciben muy fuertemente una sensación de platonismo mientras trabajan, eso de que hay algo que está allí, algo a lo que hay que aproximarse. Y algo de eso, para mí, se transmite en mi manera de trabajar en un texto literario. Tengo en determinado momento la sensación de que hay una forma que está ahí, que uno ha creado de a poco, que ha hecho aparecer y que está ahí y hay que hacerla emerger del todo. Esa última parte de correcciones, para mí, es bastante similar al trabajo que uno hace cuando está buscando un teorema.

¿Tiene que ver con lo metódico, con una especie de responsabilidad sobre ese objeto emergente?

Claro, como con la actitud, diría yo. La actitud es similar. Y también hay otra cosa que es similar para mí, otra analogía, y es que... Fijate que el matemático, de algún modo, primero ve un cielo platónico con las formas, los patrones, las regularidades de aquello que se propone demostrar y después lo codifica en un texto que es el teorema. Que ya es un texto lógico articulado. Y el escritor también ve inicialmente fragmentos para los personajes, ve algo del final, que son como destellos, tienen algo todavía informe. Y el texto escrito es una codificación que le tiene que dar al lector la llave para reconstruir ese mundo que primero se vio de esa forma ideal, digamos. Entonces, en ese sentido, también son similares los procedimientos.

Por tu literatura en sí y por la forma en que la presentás, parece claro que te inscribís en una tradición literaria determinada, eso de llegar a una instancia identificada donde se saca todo lo que no es necesario...

Bueno, eso tiene que ver con mi formación de cuentista, sí, pero también a veces se saca y a veces hay que crear, hay que agregar. Fijate, en eso también hay una analogía con la matemática, o sea, muchas veces uno quiere demostrar cierto resultado y tiene una idea del camino para probar. En ese camino te encontrás con una cantidad de dificultades, entonces lo que te aparecía en principio, idealmente, como una especie de vía recta, inmediatamente revela que tenés que tomar una cantidad de rodeos, probar lemas, sub-lemas, hay un caso patológico que te queda suelto, una cantidad de complejidades que emergen, que revelan la verdadera dificultad que tenía el problema. Y en la literatura también te encontrás con eso, o sea, de nuevo: vos tenés una sensación de que vas a escribir, quiénes van a ser los personajes. De pronto, hay un personaje que cobra una dimensión que no esperabas, hay otro que se extingue y languidece, hay un pasaje que para vos era algo fácil de resolver y de pronto da lugar a toda una sub-historia.

Es como una lucha, porque también pretenderás conservar esencias o detalles que pensaste en un comienzo.

Uno se encuentra en una mezcolanza de cosas y ahí es donde realmente hay que tomar una cantidad de decisiones y seguir alguna de esas líneas hasta que luego todo, de a poco, va confluyendo nuevamente. Es decir, hay un momento en la novela en que uno no puede hacer planes *a priori*. Es interesante, porque es algo así como una lucha entre las intenciones iniciales y lo que la novela revela de sí misma. Su propia dificultad o complejidad.

¿En esa tensión está lo más trabajoso?

Sí, sí. Yo lo llamo "la pulseada", porque hay una parte de uno que quiere atenerse, de algún modo, a las ideas iniciales, a los propósitos que tenía, y hay otra parte de la novela en que no deja avanzar exactamente así. Hay algo de pulseada en la novela, siempre.

Muchos de los escritores argentinos de tu generación, y posteriores, parecen estar lejos de ese tipo de abordaje frente a la creación literaria, como fuera de un método tan preciso.

Bueno, pero hay de todo. Yo creo que... Ya ni sé bien cuál es mi generación, digamos... Muchos escritores ya son ahora contemporáneos y hay muchas maneras diferentes de pensar, de concebir. Quizás la clase de novela que hago, que no es ahora tan frecuente, es una novela en la cual cuestiones que uno escribe al principio reaparecen con un segundo significado más adelante; es decir, una novela de acumulación, una novela de tensiones, de suspensos, suspensos no necesariamente policiales, ¿no? Pero donde, justamente, hay un enrarecimiento de la atmósfera. Siempre son novelas en donde algo va escalando y hacia algo que no era fácilmente predecible desde el principio. Esa es la clase de novela que a mí me interesa. Y esa es una clase de novela que no se escribe demasiado en la Argentina.

¿Preferís la literatura clásica?

Sí, sí, me gusta mucho la literatura clásica pero me gusta también cuando hay alguna innovación que me resulta interesante. Me gusta cuando siento que hay una voz realmente nueva, realmente original. Es decir, a mí me interesa mucho la idea de originalidad en la literatura. La originalidad pensada como algo nuevo pero que a la vez tiene que luchar y oponerse al peso de cierta tradición. O sea, si alguien viene con una novela escrita en *e-mails* y la presenta como un gesto de vanguardia... Y, bueno, ya existe la novela epistolar, ¿cuál sería la innovación profunda? A mí me gustaría que se discutiera con un poco más de seriedad la idea de experimento y de innovación. Yo escribí varios ensayos sobre esa cuestión. Por ejemplo, para un científico, la innovación, la nueva teoría siempre se tiene que medir con lo anterior.

Visto de afuera, da la idea de que en el ambiente literario te señalan como el escritor matemático.

En una época sin duda, me consideraban el escritor matemático, sí. Hay todo un tema que yo lo llamo la estética de los razonamientos. Hay razonamientos, ideas, que son más gratas de creer que otras. Entonces, evidentemente hay algo grato que le gusta pensar a la gente de que la matemática y la literatura son cosas totalmente opuestas entre sí y que es exótico un matemático que se haya dedicado a la literatura. Yo no soy un matemático que se ha dedicado a la literatura, pero a la gente le gusta creer eso, que son disciplinas opuestas entre sí, entonces eso ha hecho que fácilmente me identificaran como el caso curioso del matemático escritor. Pero bueno, es un detalle.

¿Sí, es solo terreno de lo anecdótico? ¿Nunca te pesó ni te influyó positivamente?

Hay una parte, quizás, del mundo literario a la que le cuesta aceptar la idea de que alguien de la matemática sea escritor. Se forman siempre estas cuestiones de corporaciones, de clanes, de grupos. Entonces, a veces sienten como amenazado algún dominio, que alguien que no tenían previsto ocupe un lugar que ellos quizás creían que era para ellos. En fin, ese tipo de reacciones pueden existir pero también, en contrapartida, a mucha gente le parece interesante de ver qué puede hacer una mente matemática en la literatura. Así que creo que se balancean las cuestiones.

Software

Una industria que juega en primera

Desde hace una década, la industria argentina de los servicios informáticos ha crecido a dos dígitos en facturación, exportaciones y creación de empleo. Con un rol de liderazgo en la región, ocupa los primeros puestos entre los países exportadores de *software*. Sin embargo, las empresas del sector afrontan grandes desafíos.

Ignacio Uman | iuman@dc.uba.ar

Aunque desconocemos los múltiples procedimientos que se incorporan a un sistema informático para cumplir su función, intuimos que sin el soporte lógico que hace posible la realización de esa tarea la computadora sería solo un dispositivo inerte compuesto por un conjunto de chips, periféricos e interruptores sin función alguna.

Esta intuición nos conduce a una palabra ampliamente difundida, tanto en la informática como en la vida cotidiana, el *software*. Según la definición del *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (*IEEE*), se denomina *software* al conjunto de los programas de cómputo, procedimientos, reglas, documentación y datos asociados, que forman parte de las operaciones de un sistema de computación.

Independientemente de su compleja ingeniería, el *software* se vincula diariamente con nuestra vida cotidiana e influye, cada vez más, en nuestras actividades, ya sea a través de programas simples para realizar una tarea o de grandes sistemas operativos que llevan a cabo miles de operaciones simultáneamente.

Pero no solo eso. Desde hace algunos años, existen diversas razones para creer que su desarrollo también está impactando en la actividad económica del país.

Competir con los mejores

La industria de *software* argentina está viviendo una etapa particular, creciendo de forma ininterrumpida y liderando la producción de servicios en Latinoamérica. Desde 2003, ha crecido a un promedio de 16% anual, con una facturación actual de 4412 millones de dólares, alcanzando el 1% del producto bruto interno (PBI) del país, con exportaciones que trepan a los 996 millones de dólares y empleando alrededor de 80.000 personas, según el relevamiento que todos los años realiza la Cámara de Informática y Comunicaciones de la República Argentina.

Al mismo tiempo, un informe de la Organización Mundial de Comercio, publicado en 2013, señaló que la Argentina se convirtió en el noveno país exportador de *software* a nivel mundial y la ubicó en el ranking como uno de los países de más rápido crecimiento en exportaciones de servicios informáticos, alcanzando en 2012 el segundo lugar, superando a China, la Unión Europea, Estados Unidos e India.

Y esto ha sucedido incluso considerando la necesidad actual del sector de que permanezca un tipo de cambio competitivo que no afecte a la inversión en el mercado de los servicios informáticos.

Para encontrar una explicación a este crecimiento, conviene empezar por preguntarse cuáles fueron las políticas favorables al sector en la última década.

El surgimiento de la Ley 25.856 en el año 2004 estableció formalmente que el *software* exista como industria, asimilable a cualquier otra rama de la actividad productiva. Ese mismo año, nació la Ley 25.922 que creó el Régimen de Promoción de la Industria de *Software* a traves del FONSOFT, un fondo fiduciario en apoyo directo a la creación y desarrollo de las empresas tecnológicas.

Paulatinamente, los servicios informáticos fueron concebidos como una

industria en sí misma, gozando de beneficios en materia fiscal. De este modo, la reglamentación actual otorga estabilidad fiscal para empresas del sector hasta 2019 y, al mismo tiempo, impone tres condiciones fundamentales para ingresar: certificar la calidad de los productos de *software*, invertir en investigación y desarrollo más del 3% del presupuesto anual y exportar más del 8% de sus productos por año.

En esos tres indicadores, al menos un 72% de las empresas manifestó haber obtenido un certificado de calidad; el sector de servicios informáticos invierte un 6% promedio anual en investigación y desarrollo –superando al 1,2% promedio que posee la industria en general– y las empresas argentinas están exportando un 24% anual. De hecho, el sector cerró el año 2013 con un récord en volumen de ingresos desde el exterior: 900 millones de dólares.

Pero esto no siempre ha sido así. Desde la Cámara de Empresas de *Software* y Servicios Informáticos de la República Argentina (CESSI), explican que se trata de una industria joven que recién después de la crisis de 2001 comenzó a reconstruirse y adquirir una identidad propia. “Los primeros estudios, que eran de la década del ochenta, arrojaban que el 75% del *software* era importado y el 25% era de implementación nacional de productos que se importaban. En la década del noventa la industria creció pero dependía exclusivamente del mercado nacional, estaba abocada a producir *software* de gestión y lo hizo en la medida que se liberalizaron determinadas políticas, de manera que había inversiones en telecomunicaciones y en el área financiera, por sobre otras áreas productivas”, puntualiza José María Louzao, presidente de CESSI.

Entre los años 2002 y 2003, los foros de competitividad y reuniones del sector acordaron que no se podía construir una industria que estuviera sesgada a servicios y finanzas y a aplicaciones de gestión. “Si no se comenzaban a conocer los ejes de la producción nacional, no podía generarse una industria con una determinada dosis de soberanía. Eso nos llevó a trabajar en un Libro Blanco de la industria y a formular, en conjunto, las políticas de promoción del sector de tecnologías de la información”, relata Louzao, quien también preside la empresa G&L Group.

Entre lo público y lo privado

Actualmente, CESSI agrupa a unas 650 empresas de *software* y servicios informáticos. Sin embargo, todo el sector comprende 3900 empresas, entre las cuales un 80% son microempresas y PYMES.

Desde esta cámara, explican que desarrollan diversas acciones para propiciar el crecimiento y posicionamiento del sector, impactando transversalmente en las necesidades del país. “La pregunta que nos hacemos permanentemente es cómo interviene el sector en los grandes temas nacionales, especialmente en temas de energía, salud, gobierno o participación ciudadana. Necesitamos direccionar la política para que un grupo de empresas, que tienen un alto valor agregado, trabajen conjuntamente con nuestros centros de investigación en los temas urgentes del país”, detalla Louzao. Y agrega “para ello estamos promoviendo proyectos asociativos público-privados en las empresas y apuntando hacia los lineamientos de los planes estratégicos 2020, elaborados por los ministerios de Industria, y de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva”.

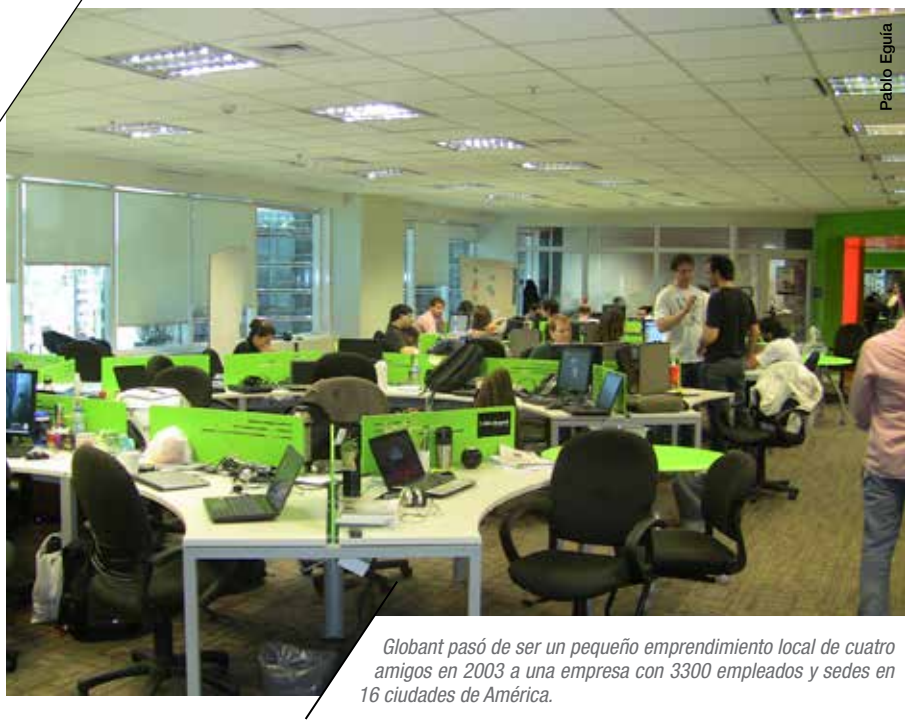
Por su parte, la Fundación Sadosky, institución público-privada relacionada con el sector, está acompañando ese proceso. La entidad favorece la articulación entre el sistema científico-tecnológico y la estructura productiva en todo lo referido a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). "Lograr que los grupos de investigación trabajen con las empresas para que estas puedan crear productos o dar servicios de mayor valor agregado, es una de nuestras metas y contribuye a que no basemos nuestra competitividad en bajos costos sino en ese valor agregado. Para alcanzar ese objetivo, realizamos diferentes acciones de acercamiento y colaboración entre empresarios e investigadores en materia de TIC", sostiene Santiago Ceria, Director Ejecutivo de la Fundación Sadosky y profesor de Exactas-UBA. Y remarca que, de a poco, observan que el mensaje emitido desde la fundación se va haciendo eco en la comunidad. "Cada vez hay mayor conciencia sobre la importancia de que la investigación científica puede ser una gran creadora de riqueza".

Más allá del momento por el que transita el sector de los servicios informáticos, una de las problemáticas que emerge en esta etapa reside en la formación y demanda de recursos humanos calificados.

Profesionales se buscan

Según reportes actuales del sector, la industria de *software* demanda 7000 nuevos profesionales cada año. Sin embargo, entre todas las carreras de grado y terciarias de universidades del país, públicas y privadas, egresan alrededor de 3500, es decir, exactamente la mitad de lo que el sector requiere.

"El sistema educativo se está esforzando por mejorar sus carreras y la retención de los estudiantes. Muchos otros actores, como la Fundación Sadosky, están promoviendo las vocaciones en este tipo de carreras, porque el país necesita más profesionales. Lamentablemente los números por ahora no acompañan, ya que la cantidad de alumnos que se anotan por año en estas carreras está estancada en 20.000 alumnos", señala Ceria.


Pablo Eguía

Globant pasó de ser un pequeño emprendimiento local de cuatro amigos en 2003 a una empresa con 3300 empleados y sedes en 16 ciudades de América.

En este escenario desfavorable, desde el Estado Nacional se promueven distintas iniciativas que apuntan a acercar a los jóvenes de todo el país a las disciplinas vinculadas con la informática. Esa tarea se encara a través de capacitación formal (programa Empleartec), prácticas pre-profesionales en escuelas técnicas (proyecto GEMA), concursos en las escuelas secundarias (Dale Aceptar) y foros abiertos (Program.AR), entre otras actividades, con la premisa de concientizar a la comunidad sobre las posibilidades de la enseñanza y aprendizaje de la computación en las escuelas.

"Aunque la industria viene creciendo, en promedio, a dos dígitos por año, necesitamos trabajar fuertemente en la formación de recursos humanos, en toda la cadena de valor. Para ello es importante fomentar la programación desde la primaria como habilidad fundamental, concientizar en que el talento también está en los programadores y no solo en los ingenieros, acompañar estas ideas desde iniciativas inclusivas y federales. El sector de *software* necesita una formación sólida tanto desde las universidades como desde las escuelas técnicas de toda la Argentina", argumenta Louzao.

Made in Argentina

Uno de los factores que llaman la atención cuando se piensa cómo creció la cantidad y calidad de las empresas de tecnologías de la información, resulta ser el emprendedorismo. Se trata de iniciativas que se generan dentro del mundo universitario como proyectos de negocios, o por parte de empleados de grandes empresas que encararon un cambio radical en su desarrollo profesional, animándose a soñar con un emprendimiento propio. En muchos casos comenzaron con una pequeña y mediana empresa y hoy son referentes nacionales en consultoría, cuentan con cientos de empleados trabajando tanto para el mercado local como externo y brindan servicios a clientes de primera línea.

Es el caso de Globant, una empresa argentina de desarrollo de productos innovadores de *software* para ser consumidos a gran escala, fundada en el año 2003 por cuatro amigos de la Universidad de La Plata. En solo tres años, esta firma comenzó a expandirse hacia centros de desarrollo en el interior

del país para luego instalarse en la región. En la actualidad, cuenta con 25 centros de desarrollo en 16 ciudades de Argentina, Uruguay, Brasil, Colombia, México y Estados Unidos, 3300 empleados en total y clientes de empresas globales, fundamentalmente de Estados Unidos. Orienta sus servicios en estudios especializados de diversas áreas tales como aplicaciones para manejo de grandes volúmenes de información, videojuegos, aplicaciones móviles y computación en la nube, entre muchas otras.

"Hoy vemos a muchas empresas fundadas en la Argentina o multinacionales que vienen a instalarse en el país gracias a que encuentran profesionales altamente capacitados y preparados para el mundo global. Creo que la industria seguirá creciendo e incluso, como hacemos nosotros desde Globant, llevando oportunidades a ciudades del interior, para descentralizar oportunidades a lo largo de todo el país", afirma Néstor Nocetti, vicepresidente Ejecutivo de Asuntos Corporativos y co-fundador de Globant.

Otro caso innovador de desarrollo local con expansión internacional es Baufest, empresa de servicios informáticos fundada en 1991, originalmente concentrada en aplicaciones a medida mediante tecnologías de programación orientada a objetos. Un caso de empresa que se fue expandiendo sin prisa pero sin pausa: en 1998 comenzó con sus primeras exportaciones de servicios, que se profundizaron en 2003 con la primera operación en el exterior, al inaugurar oficinas en España. Luego abrió sus oficinas en México y Estados Unidos. Actualmente cuenta con más de 350 empleados y brinda servicios a clientes de manufactura, consumo masivo, finanzas, telecomunicaciones, medios, laboratorios e Internet, generalmente a firmas internacionales.

"El *software* en Argentina es una industria sólida y atractiva, que ha crecido y madurado mucho en los últimos años. Sin embargo, con un tipo de cambio menos competitivo se hace más difícil para el tejido industrial nacional que

Pablo Eguía

Baufest es otro desarrollo local de servicios informáticos con expansión internacional.

la nueva generación de profesionales participe en proyectos interesantes generados desde el exterior. Allí es donde la coyuntura nos plantea un desafío: aprender en la práctica las técnicas y tecnologías del mañana. Claramente, el *software* es una industria y con la teoría sola no alcanza", detalla Ángel Pérez Puletti, CEO y presidente de Baufest.

Encontrando algunos puntos de convergencia, ambas empresas han incrementado su facturación anual, en el último período fiscal. Baufest ha crecido un 33% promedio en los últimos diez años, mientras que ese mismo porcentaje ha sido la tasa de crecimiento de Globant en 2013, respecto al año anterior. Un detalle no menor: ambas invierten permanentemente en actividades de investigación y desarrollo, lo que propicia espacios de innovación para sus empleados.

"El mercado en el que estamos es muy cambiante y exigente. Las empresas grandes buscan socios de negocio de excelencia. Por lo que la forma de estar a la altura de ese desafío y reinventarse constantemente es invirtiendo en mejorar. Como ejemplo de ello, en el último año invertimos en Baufest más de 7000 horas internas de trabajo para llevar adelante actividades de mejora continua e innovación. Además, investigar es divertido", recalca Pérez Puletti, quien también es egresado de Exactas-UBA.

"Contamos con un espacio llamado Globant Labs donde exploramos y trabajamos con las nuevas tecnologías y tendencias. Estamos convencidos de que debemos fomentar la innovación en toda la empresa, y no solo en un grupo cerrado. Por eso también organizamos sesiones de conocimiento colaborativo, concursos de desarrollo y demás actividades que permiten explorar las ideas de toda la organización", precisa Nocetti.

No caben dudas de que la industria del *software* ha batido distintos récords, especialmente en cuanto al nivel de ventas, exportaciones y creación de empleo. No obstante, más allá de su crecimiento, las empresas del sector están hoy ante enormes desafíos: cubrir la demanda de profesionales altamente especializados con más y mejores recursos, servir a las necesidades del país conformando proyectos asociativos público-privados transversales a temas estratégicos y adaptarse a las distintas variables del contexto económico; esas son solo algunas de las principales apuestas de la industria para seguir siendo competitiva, y sobre todo, sustentable.

Basura: el plato del día de la gaviota cocinera

Pájaro que comió...

La basura sigue siendo un problema que precisa una solución. En la Patagonia, los basurales a cielo abierto y los descartes pesqueros son alimento de fácil disponibilidad para la gaviota cocinera. Este recurso parecería estar asociado con el aumento poblacional de la especie, que se ha observado en los últimos años, lo cual traería aparejados diversos problemas para el hombre y el ambiente.

Isis Coalova | coalova.isis@gmail.com

En nuestro país se generan más de 14 millones de toneladas de basura al año. En general, toda esa enorme cantidad de residuos urbanos es acumulada en rellenos sanitarios y, en el peor de los casos, en basurales a cielo abierto. Muchas son las palabras que se han escrito acerca del impacto que genera la basura en el ambiente: contaminación de aguas subterráneas, empobrecimiento del suelo, foco de enfermedades, generación de olores y pérdida de la belleza del paisaje.

Sin embargo, la acumulación de basura puede traer problemas quizás impensados e impactar directamente sobre el normal funcionamiento del ecosistema. Este es el caso de la llamada gaviota cocinera (*Larus dominicanus*) en la costa patagónica, cuya población ha ido en aumento en las dos últimas décadas. "Se cree que en mayor medida el crecimiento poblacional se debe a la disponibilidad de alimento que encuentran en los basurales pesqueros y urbanos de la región", comenta el doctor Pablo Yorio, investigador principal del CONICET en el Centro Nacional Patagónico (CENPAT). El problema está en que la interacción de esta especie con el hombre puede traer aparejados inconvenientes tales como transmisión de enfermedades e incluso afectar a otras especies de la región.

Residuos en la costa patagónica

Al ingresar a Puerto Madryn, el paisaje habla por sí mismo. A la vista: un enorme basural a cielo abierto donde se deposita la mayoría de los residuos urbanos de la región. En esta localidad turística de la Argentina, según datos de la Secretaría de Turismo, arriban desde hace varios años alrededor de 100 mil personas en cada temporada, duplicando la población estable. Y con esa enorme cantidad de turistas vienen también, inevitablemente, sus residuos…

La basura no solo aumenta por el crecimiento de la población sino también a causa de una de las actividades económicas más importantes de la región: la pesca. A lo largo de la costa patagónica existen más de treinta plantas de tratamiento que arrojan los descartes pesqueros junto con los residuos urbanos o los depositan en otras zonas a cielo abierto. Estos desechos, además de su impacto sobre el ambiente –como la contaminación de las aguas, la tierra y el aire– quedan a disposición de las aves, que los aprovechan como alimento.

Tenedor libre

"*Amanecía, y el nuevo sol pintaba de oro las ondas de un mar tranquilo. Chapoteaba un pesquero a un kilómetro de la costa cuando, de pronto, rasgó el aire la voz llamando a la Bandada de la Comida y una multitud de mil gaviotas se aglomeró para regatear y luchar por cada pizca de alimento.*" Así comienza el famoso libro *Juan Salvador Gaviota* del escritor norteamericano Richard Bach. Un escenario muy similar es posible encontrar en la costa del Atlántico donde habita la gaviota cocinera junto a otras aves marinas. El grupo de investigación dirigido por Pablo Yorio ha dedicado mucho trabajo a estudiar la ecología de la gaviota cocinera,

La gaviota cocinera es un ave que tiene la posibilidad de comer una gran variedad de alimentos. Tiene la capacidad, como los humanos, de comer de todo y adaptarse a cualquier ambiente. Es lo que en ecología se denomina especie generalista.

entre otras razones, por su abundancia. "Esta especie está ampliamente distribuida, llega a ocupar hasta 5000 kilómetros de costa, desde la provincia de Buenos Aires hasta la Antártida, y es la más abundante en comparación con el resto de las especies de gaviotas", comenta Yorio.

La gaviota cocinera, tal como lo propone su nombre, es un ave que tiene la posibilidad de comer una gran variedad de alimentos. A diferencia de otros animales que sobreviven con un solo tipo de vianda, la gaviota tiene la capacidad, como los humanos, de comer de todo y adaptarse a cualquier ambiente. En ecología se dice que la especie es *generalista*, porque consume diversos tipos de alimentos, y *oportunista*, porque puede adaptarse y sobrevivir en diversos ambientes.

Esa estrategia alimentaria ha permitido que la gaviota incursione en fuentes de alimento que son proporcionadas por el hombre. Y cuando se habla de que pueden comer de todo es porque, también, pueden comer basura. "No todas las especies de aves marinas pueden alimentarse de los residuos urbanos. Hay una cantidad un poco mayor de aves marinas que aprovechan los residuos pesqueros, pero la gaviota cocinera, por sus características de ecología alimentaria, es una de las que más lo hace", aclara Yorio.

Por otro lado, el investigador agrega: "Si el alimento es uno de los factores reguladores primarios para muchos organismos animales y en las aves marinas es uno de los factores de regulación poblacional por excelencia, es esperable que, si la especie pasa a tener una gran cantidad de alimento disponible, que no solo es abundante sino que además es predecible en tiempo y espacio, eso vaya a repercutir a nivel demográfico". Según explica, las fuentes de alimento que proporciona el hombre son de fácil acceso para las gaviotas tanto porque su ubicación es siempre la misma como porque siempre están presentes.

Además, en el caso particular de los residuos que produce la pesca, se trata de recursos alimenticios que en condiciones naturales no están disponibles para esta especie. En el mar, la gaviota se alimenta principalmente de peces, crustáceos y moluscos, que se encuentran en la superficie, mientras que los residuos pesqueros de la mayor parte de las flotas que operan en la Patagonia son descartes de merluza, un pez que habita en las profundidades.

De esta forma, la gaviota tiene a su disposición una gran cantidad de recursos. Esta situación permite que mejore la condición física y la supervivencia anual de los individuos y que aquellos más jóvenes –con poca experiencia en la búsqueda de comida– tengan comida gratis. "La hipótesis subyacente es que este alimento está sustentando el crecimiento poblacional. De hecho, los sectores que muestran un claro crecimiento sostenido son los que están asociados a los caladeros de pesca de arrastre más importantes en Patagonia, en el golfo San Matías, en Río Negro, y en el norte del golfo de San Jorge, en Chubut", explica el investigador.

Muchas gaviotas, ¿y qué?

La facilidad de estas aves de utilizar la basura y los descartes pesqueros como

Los basurales (que aumentaron por el crecimiento de la población en la costa de Chubut), sumados a los residuos de la actividad pesquera, quedan a disposición de las aves que pueden aprovecharlos como alimento.

alimento además de otras fuentes generadas por los seres humanos (las aguas servidas, el alimento balanceado, los recursos asociados a la agricultura), da como resultado que las gaviotas entren en contacto con el hombre. "La cercanía a las ciudades tiene dos consecuencias inmediatas", añade Yorio.

Uno de los potenciales problemas que puede traer la gaviota cocinera en su relación con el hombre es que, dado que utilizan los basurales urbanos a cielo abierto que se encuentran en las ciudades, los aeropuertos que se hallan en ellas terminan recibiendo el efecto colateral. La presencia de aves en las cercanías de aeropuertos constituye un riesgo en todo el mundo, denominado *peligro aviario,* ya que pueden colisionar con los aviones y provocar incidentes en el normal funcionamiento de la operación aeronáutica. En el caso de las gaviotas, como explica el investigador, no es un problema serio como lo es con otras aves en el mundo, pero se han registrado problemas en varios aeropuertos del cono sur. "En la Argentina hay casos en Río Negro y Chubut y, por lo tanto, dentro de lo que es el manejo del aeropuerto, las autoridades deben hacer un monitoreo de las poblaciones circundantes", completa Yorio.

El otro problema es que, al estar en contacto con residuos o fuentes de contaminación, pueden transformarse en vectores de patógenos. Se ha demostrado que la gaviota cocinera puede llevar consigo una cantidad amplia de bacterias, entre las cuales hay algunas peligrosas para el ser humano, como la Salmonella. De esta forma pueden representar un riesgo de transmisión de enfermedades e incluso contaminar cultivos de maricultura, lo cual genera un riesgo potencial no solo a la salud humana sino que también produce un impacto sobre las principales actividades económicas de la región.

Ballenas y gaviotas, en conflicto

Entre los apremios que pueden traer las aves para el hombre hay uno que es particular de la gaviota cocinera y del que se ha estado discutiendo arduamente en los últimos años. Este problema es la relación de depredación que se ha establecido entre las gaviotas y la ballena franca austral (*Eubalaena australis*).

"Antes de la década de los setenta, la interacción entre las dos especies era la propia de un carroñero que se alimentaba de otra especie animal, ya que las gaviotas comían restos de ballenas muertas, además de alimentarse de otras presas habituales. Sin embargo, a partir de la década de los setenta, algunas gaviotas comenzaron a alimentarse de la piel y la grasa de ballenas vivas causándoles lesiones y transformando la relación en

Si bien aún no se sabe con certeza si el ataque de las gaviotas podría traer problemas graves a las ballenas como comprometer su salud, crecimiento (en el caso de las crías) y su supervivencia, se ha demostrado que afecta su comportamiento.

parásita", comenta la bióloga Carina Marón, miembro del Instituto de Conservación de Ballenas (ICB) quien ha trabajado directamente en el tema en cuestión.

Ambos investigadores concuerdan en que el ataque de las gaviotas hacia las ballenas tiene un impacto sobre la sensibilidad de la comunidad y los turistas que "no desean observar" cómo las ballenas, el atractivo principal de la región, son molestadas por el incesante picoteo de las gaviotas.

No obstante, ambas especies son nativas y el aprendizaje del comportamiento ha surgido naturalmente. Se cree que esta relación parasitaria ha ido en aumento en parte por el crecimiento en número de las gaviotas. "Cuando hay más, existen más chances de que un mayor número aprenda el comportamiento de ataque", opina Marón. Sin embargo, según aclara Yorio: "No hay una clara relación entre el número de individuos y la intensidad del problema sino que es la lógica la que indica que, a mayor número, mayor intensidad, pero esa hipótesis no está demostrada".

Por otro lado, si bien aún no se sabe con certeza si el ataque de las gaviotas podría traer problemas graves a las ballenas –como comprometer su salud, crecimiento (en el caso de las crías) y la supervivencia–, se ha demostrado que afecta su comportamiento. Estos animales gigantes y carismáticos responden a los ataques escondiéndose bajo el agua o aumentando la velocidad de natación para evitar los acosos. Así, además de modificarse la actividad normal de las ballenas, disminuye su interacción con los observadores y los turistas. Por ello, Yorio considera que, en el caso de la relación entre la gaviota cocinera y la ballena, se generó una situación que pasó a un rango de problema social.

Posibles soluciones

Como en cualquier conflicto, para proponer una adecuada solución, primero se debe conocer bien el problema. Así lo propone el investigador Pablo Yorio quien, junto a su grupo, se dedica a estudiar las variaciones demográficas de la gaviota cocinera y a entender cuánto del crecimiento poblacional que se observa se debe a causas humanas.

Por su parte, Carina Marón propone seguir estudiando la frecuencia de ataques de las gaviotas a las ballenas como fuente de información para poder encontrar soluciones. Finalmente, ambos están de acuerdo en que la reducción de los basurales a cielo abierto y el mejor tratamiento de los residuos pesqueros, a pesar de tener efectos a largo plazo, representan una solución multipropósito.

Una relación difícil

La investigadora Ana Fazio y su grupo de trabajo del CENPAT-CONICET se embarcaron durante tres años desde Puerto Pirámides para realizar avistajes con el fin de estudiar la interacción entre las gaviotas y las ballenas.

"El principal factor que influye es la edad de la ballena. Porque vemos que las más atacadas son las crías", señala Fazio. Lo que ocurre es que las crías crecen de tamaño rápidamente y la consecuencia es que están todo el tiempo mudando de piel. Este hecho sumado a que la piel es más fina y débil que la de los adultos convierte a las crías en un blanco más fácil para las gaviotas.

"Otro factor que también afecta la frecuencia de los ataques es el viento", agrega Fazio y prosigue: "La Patagonia es muy ventosa y las gaviotas son excelentes planeadoras por lo que pueden aprovechar el viento de manera extraordinaria. Están arriba de la ballena y, cuando esta sube a la superficie a respirar, hacen un ataque y vuelven a subir y se quedan ahí justo arriba de la ballena como si fuesen un helicóptero, pero sin gastar nada de energía. Mientras que los días que no hay viento, no tienen ese sustento que le genera el viento para volar y entonces la gaviota tiene que estar aleteando, gastando energía. Lo que pudimos ver nosotros es que en los días en los que no hay viento la cantidad de ataques es menor, ínfimo, mientras que en los días de vientos mayores, sin que sean huracanados, los ataques de las gaviotas son mayores".

Por último, también influye la época del año. Los investigadores encontraron que existe un pico de ataques entre los meses de julio, agosto y septiembre, lo cual coincide con el mayor número de ballenas y gaviotas en el golfo.

Geología en la Antártida

Buscador de pasados

Fue parte de la expedición que halló restos del primer dinosaurio en la Antártida. Se trata de Roberto Scasso, geólogo de Exactas-UBA quien, a través del estudio de los sedimentos, trata de desentrañar datos del ayer del continente blanco.

Cecilia Draghi - cdraghi@de.fcen.uba.ar
Fotos - Gentileza Roberto Scasso

Roberto Scasso caminó por lo que fue el fondo del mar hace unos 75 millones de años; se topó con un anquilosaurio, el primer dinosaurio hallado en la Antártida; y no paró a fuerza de piquetazos de desnudar rocas para reconstruir parte del pasado remoto del continente blanco. Fueron unas diez temporadas de campaña, algo más de un año en total de vivir en carpa en latitudes australes. Hoy, en su laboratorio en el Departamento de Geología en Exactas-UBA, no le gusta recordar estas experiencias como proezas ni fruto de esfuerzos extraordinarios. “Solo se trata de hacer un trabajo”, dice.

Como todo habitante temporario de tierras heladas, enseguida descubrió que allí el poder lo tiene el viento, las tormentas o el frío. No es raro esperar días hasta que se den las condiciones o *ventana climática* para que la pista esté lo suficientemente congelada en la Base Antártica Marambio para aterrizar el Hércules. Así como nunca se conoce con precisión cuándo se llega, tampoco se sabe con certeza cuándo se vuelve a casa. Le pasó haber desarmado casi todo el campamento en espera de los helicópteros para el regreso, y en eso apareció la “mufa”, como se llama la niebla que no deja ver nada. Y debió quedarse diez o quince días más de lo previsto hasta que pudieran ir a buscarlo, junto a su equipo.

Para llegar al destino final, a veces no alcanzan todos los kilómetros hechos a bordo de embarcaciones, helicópteros o aviones Twin Otter, que cambian ruedas por esquíes a la hora de aterrizar. Es que estos medios de transporte llevan a los científicos hasta el sitio donde harán el campamento, pero este hogar por 30, 40 o 50 días, puede quedar bastante lejos del lugar del trabajo de campo. Esto ocurrió en la campaña del verano de 1986 en la inhóspita isla James Ross, al norte de la península Antártica.

"Desde el campamento hasta el lugar de trabajo, debíamos caminar ocho kilómetros. Como la temperatura era relativamente alta, el hielo del suelo estaba derretido. Te hundías y costaba avanzar. A la vuelta, era aún peor, porque traías en la mochila las rocas de muestra", relata. Pero esta caminata para el olvido quedó en la historia mundial.

En terrenos complicados siempre conviene mirar dónde se pisa, para no accidentarse, y también por cuestiones científicas. "Eduardo Olivero (paleontólogo y jefe de esa expedición), casi por una deformación profesional iba caminando de regreso al campamento y, como siempre, observando las rocas a su paso. En eso vio algo distinto en el camino", describe. Se trataba de una pequeña parte de un hueso que sobresalía del piso; la limpió hasta que quedó al descubierto algo que parecía corresponder a una mandíbula con un diente, según contó el propio Olivero a *el Cable*, de Exactas.

Sin dudar, el grupo de cuatro investigadores dejaron el cansancio de lado y se pusieron a excavar en el sedimento blando. "Empezamos a buscar ahí y había más materiales. Llenamos un par de cajones con restos fósiles. Se veía que eran placas de un animal acorazado. Eduardo no era especialista en el tema vertebrados sino en moluscos, pero se dio cuenta de que eso podía ser algo novedoso", indica Scasso, quien es además profesor de Exactas-UBA e investigador principal de CONICET.

Con sumo cuidado y sin saber aún de qué especie se trataba, las piezas fueron llevadas al Departamento de Paleontología de Vertebrados del Museo de La Plata para ser analizadas por la doctora Zulma Gasparini, quien "comprobó que era un dinosaurio y resultó

Hay equipo

"El trabajo conjunto del paleontólogo y del geólogo resulta una asociación muy beneficiosa. Ambas miradas se realimentan porque el resto fósil se encuentra dentro de sedimentos que permiten conocer el entorno en que vivía ese organismo, por ejemplo el clima. Pero a su vez los organismos están determinados por el ambiente en que viven y aportan información al respecto. Esto complementa la interpretación", subraya Roberto Scasso, especialista en estudiar los sedimentos para reconstruir la historia de lo que ocurrió en el Cretáceo y Jurásico. "Estamos hablando de entre 65 y 200 millones de años atrás", precisa, aunque resulta muy difícil dimensionar esa cantidad para cualquier mortal que rara vez llega al siglo de vida.

ser el primero hallado en la Antártida. Era el único continente donde hasta entonces nunca se había encontrado uno de estos animales terrestres", destaca.

Como corresponde, una vez identificado, pasó a llamarse el anquilosaurio *Antarctopelta oliveroi*, en homenaje a su descubridor Olivero, actualmente investigador principal del CONICET en el Centro Austral de Investigaciones Científicas de Ushuaia.

"Estos restos indicaban que debía haber una conexión terrestre entre la Antártida y otro de los continentes para que este animal pudiera haber migrado, dado que no podía nadar. Este dinosaurio hace 75 millones de años vivía en una zona costera, cerca del mar. Probablemente haya sido arrastrado por un río durante una creciente, se ahogó –hipotetiza–, y terminó enterrado en los sedimentos de un estuario".

Este dinosaurio "había disfrutado de un clima mucho más benigno que el actual", destacó el diario *The New York Times* cuando en noviembre de 1986 dio la noticia del hallazgo del equipo argentino. Es que el tamaño de este animal herbívoro lleva a suponer que debía haber suficiente vegetación para alimentarlo en lo que hoy es la Antártida. Así lo indican también las abundantes plantas fósiles halladas en esas rocas.

¿Y el hielo dónde está?

Scasso siempre fue en verano a la Antártida, salvo la primera vez, en la primavera de 1984. "Fui con el doctor del Valle a la Base Matienzo, nos desplazábamos con motos de nieve por encima de la barrera de hielos Larsen; hoy sería imposible porque no existe más, se desintegró y se transformó en enormes témpanos que se derritieron en el mar, como consecuencia del cambio climático", destaca, mientras muestra una foto de una gran planicie blanca de 80 kilómetros de extensión que ya desapareció, y pasó a ser mar con témpanos.

Lo que no varía con el tiempo es el personaje que más sobresale en la campaña. "En las bases y en el barco, el cocinero es la persona más importante, porque comer bien es clave para la moral del grupo, así como el humor y la buena disposición. Cuando alguien se deprime, genera un mal ambiente", grafica. La convivencia extrema en un lugar hostil pone a todos al límite. "Se ve cómo es cada uno, porque resulta imposible disimular", expresa. La Antártida siempre da sorpresas. "Hay gente que va con mucho entusiasmo y decisión, pero a la semana se quiere volver. Otra, en cambio, la que uno supone que no va a aguantar nada, permanece lo más bien", describe.

Meteorito

"Elemento químico de número atómico 77. Metal escaso en la corteza terrestre, se encuentra nativo, unido al platino y al rodio, y en minerales de níquel, hierro y cobre. De color blanco amarillento, quebradizo, pesado, difícilmente fusible y muy resistente a la corrosión. Se usa, aleado con platino u osmio, en joyería y en materiales especiales. Uno de sus isotopos es muy utilizado en radioterapia". Así define la Real Academia Española al iridio que fue estudiado por Roberto Scasso de Exactas-UBA en el continente blanco.

"El iridio es un indicio del impacto de un meteorito, porque es un componente muy abundante en el meteorito, pero no en la corteza terrestre en general. Cuando un meteorito impacta en la Tierra se volatiliza y se produce una nube de partículas muy finas que luego caen y son retenidas en los sedimentos. Entonces, hallar sedimentos enriquecidos en iridio es indicio de un impacto. En el límite entre el Cretácico y el Cenozoico hubo un gran impacto que quedó registrado en los sedimentos de la isla Marambio, en la Antártida, aunque el impacto fue muy lejos, en la península de Yucatán, México. Seguimos trabajando en eso", subraya el científico.

Vuelta a la democracia

"Mi primera expedición coincidió con el regreso de la democracia. Había una serie de desentendimientos entre los militares, que estaban a cargo de las bases, y los científicos, que llegaban a investigar. Esta relación luego fue mejorando y desde hace ya muchos años se trabaja en estrecha colaboración, como debe ser", historia Scasso, quien trabajó varios años en la Cuenca de Larsen con el apoyo del Instituto Antártico Argentino, estudiando una cuenca sedimentaria mesozoica de la Península Antártica que constituye un ejemplo único en el mundo por la continuidad y calidad de los afloramientos rocosos que se han preservado.

Vivir en condiciones adversas también estimula la solidaridad. "Recuerdo una vez que con Francisco 'Pancho' Medina, como jefe de grupo, decidimos salir, caminando, a las 12 de la noche (todavía había luz) durante una tormenta, para llevar un antibiótico a un enfermo en otro campamento que estaba a varias horas de distancia. No me olvido de la alegría que teníamos cuando llegamos de vuelta a nuestras carpas", rememora.

En ocasiones, cada uno está, literalmente, unido a sus compañeros, como le ocurrió cuando cayó en una grieta en el hielo. "Los miembros del grupo estaban atados entre sí con una cuerda, y yo caí en una grieta que, por suerte, era angosta. La sensación es fea porque uno siente que le falta el piso. Pero pude salir solo", puntualiza y enseguida menciona: "Se suelen usar motos de nieve para moverse, porque no se hunden demasiado y pasan por lugares donde uno solo no pasaría; como estos móviles tienen oruga, el peso se distribuye".

Sol de verano

El viento suele ir a recibir al visitante ni bien pisa suelo antártico, que por momentos parece un paisaje en blanco y negro. "Comparado con el paisaje patagónico le falta el verde de la vegetación, contrastando aún más lo oscuro de la roca con el blanco de la nieve o el hielo. El cielo es más brumoso que en Buenos Aires y más gris porque suele haber mal tiempo", recuerda, aunque no faltan escenarios inolvidables, como vivir el comienzo del verano en el confín del mundo. "El 21 de diciembre, el día más largo del año, por la alta latitud, uno ve cómo el sol va dando casi toda la vuelta en el horizonte, se hunde un rato y enseguida vuelve a salir al lado", destaca. Otras veces, el mal tiempo hace que por 20 días no se tengan noticias del astro rey, y que hasta uno dude de su existencia, porque las tormentas acechan e impiden salir del campamento a realizar el trabajo de campo. No faltaron ocasiones en que el termómetro descendió a 27 grados bajo cero, y "hay que extremar los cuidados y no dejar nada de piel a la intemperie. El congelamiento es muy rápido, al principio se siente como un pinchazo, y luego nada. Si se logra reanimar la zona afectada, se vuelven a sentir los pinchazos. En esos días no se puede trabajar. El viento golpea la carpa y uno se pregunta hasta cuando aguantará la lona", narra.

No siempre se puede culpar al viento. Un día Scasso se despertó en la isla Shetland, y vio que la carpa se movía. "Era un elefante marino que se estaba restregando contra la lona. Esos animales pesan cientos de kilos: si se llegaba a dar vuelta, me aplastaba junto con todo lo que había en la carpa", apunta.

Cuando no se puede ir a trabajar a los afloramientos o a tomar muestras que, al regreso, serán analizadas en los laboratorios, o a explorar los sedimentos del Jurásico marino, el hogar es esa minúscula vivienda. "He estado hasta quince días dentro de la carpa, esperando a que mejore el tiempo. Se aprende a soportar la adversidad, meterse para adentro y aguantarse. No es sobrehumano, ni hazaña, ni mucho menos; uno sencillamente se adapta", concluye, minimizando las contrariedades de su trabajo austral.

Física y filosofía

El reencuentro

Para los griegos helénicos la sucesión natural del conocimiento era la gramática, la física, la epistemología y la ética. El *dream team* de los físicos y matemáticos europeos de principios del siglo XX tenía una sólida formación filosófica. Sin embargo, desde hace cincuenta años las fronteras de la física y de la filosofía parecen no correrse. ¿Le falta filosofía a la física y física a la filosofía?

Guillermo Mattei - gmattei@df.uba.ar

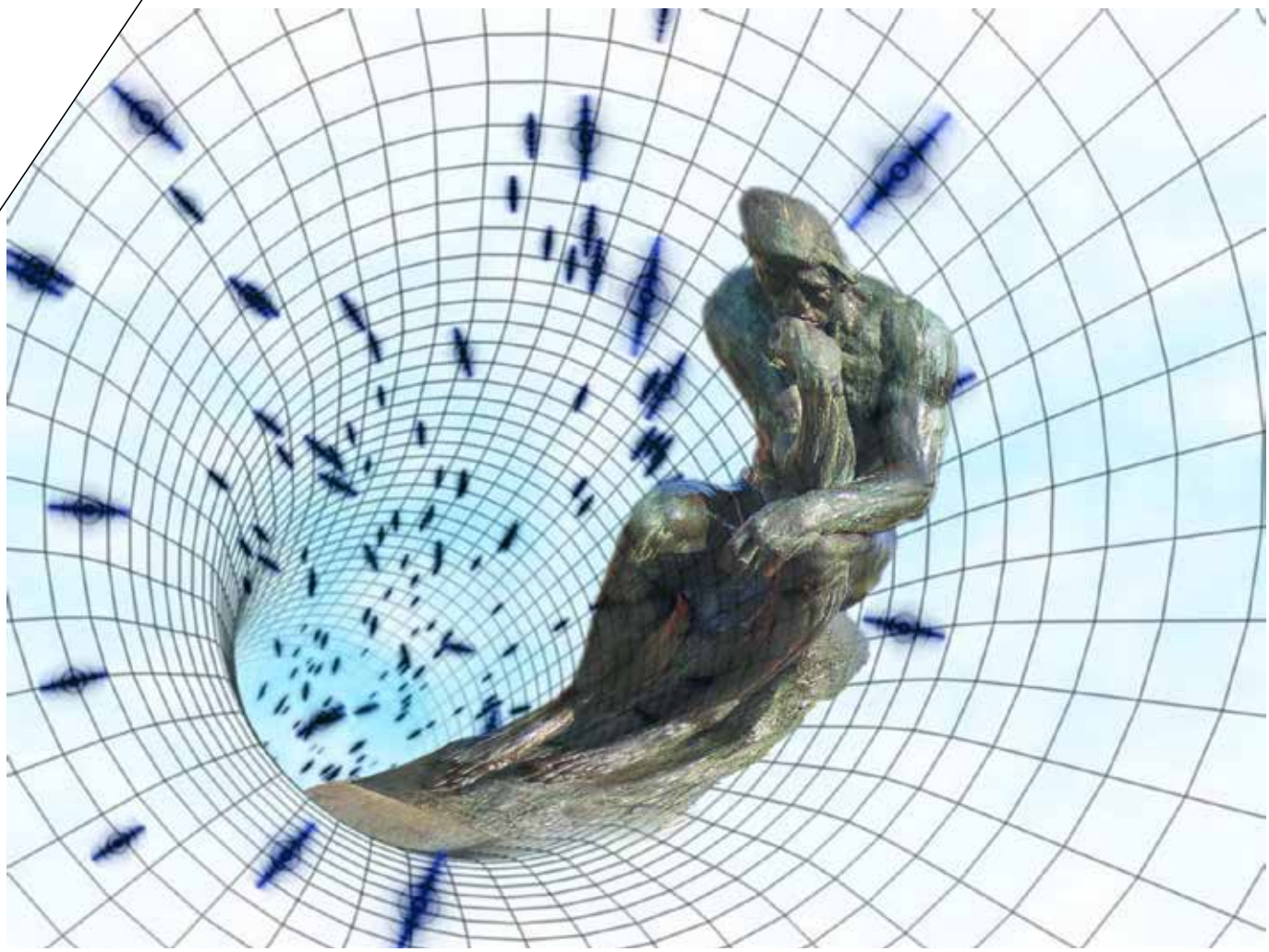
Algunos destacados físicos opinan que la crisis actual en la que se encuentra sumergida la vanguardia de su disciplina se debe a la falta de formación en filosofía de sus graduados de los últimos sesenta años. Sin embargo, el mediático físico Stephen Hawking asegura que la filosofía está muerta, a pesar de que sus libros de divulgación sean la principal fuente bibliográfica para muchos filósofos académicos que incursionan en el análisis de teorías científicas. Física y filosofía, filosofía y física, muchos ángulos para mirarlas.

La pulsión por los fundamentos

Hace muy poco que tienen libreta universitaria de la carrera de física. Hace muy poco que el sol asomó por el Río de la Plata e ilumina los ventanales de la biblioteca del pabellón II de Ciudad Universitaria, donde grupos de estudiantes saturan las mesas. Antes de empezar a resolver las guías de problemas, un estudiante reflexiona: "Yo sigo física porque siempre me apasionó el tema de la superconductividad", y una alumna le responde: "Yo, para acercarme lo mejor posible a las respuestas de las más grandes y profundas preguntas que plantea la realidad". Esta distribución bipolar de horizontes profesionales entre las y los futuros físicos parece mantenerse a lo largo del tiempo y las universidades.

El físico Gustavo E. Romero, profesor titular de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de la Plata e investigador superior del CONICET en el Instituto Argentino de Radioastronomía, corrobora como docente la estadística anterior y recuerda: "De adolescente siempre tuve la sensación de que, para responder esas preguntas filosóficas que tanto me motivaban, primero tenía que saber ciencia". Hoy Romero se destaca tanto en el campo de la astrofísica como en el de la filosofía: "No tengo un título académico en filosofía pero publico regularmente en revistas internacionales y participo en congresos del tema", aclara.

Los científicos que bucean tanto en los mares del conocimiento físico como en los del filosófico no fueron una rareza en otros tiempos. Carlo Rovelli, físico teórico experto en gravedad cuántica de la Universidad del Mediterráneo (Marsella, Francia), observa: "Newton, Einstein, Heisenberg, Bohr y muchos otros de los grandes físicos de todos los tiempos leyeron filosofía, aprendieron de la filosofía y nunca pudieron haber hecho lo que hicieron sin el *input* de la filosofía, como ellos mismos admitieron muchas veces". Por su parte, Lee Smolin, físico del Perimeter Institute (Ontario, Canadá) y autor del polémico libro *Las dudas de la física en el siglo XXI,* agrega: "Los grandes físicos de principios del siglo XX –Heisenberg, Einstein, Bohr, Mach, Boltzmann, Poincaré, Schrödinger y más– pensaban a la física teórica como una empresa filosófica". A estos ilustres personajes los motivaban verdaderos y profundos problemas filosóficos y, muchas



veces, dejaron documentadas sus discusiones de temas científicos a la luz de la tradición filosófica que naturalmente tenían internalizada. Para ellos, los cálculos en las teorías eran, si bien decisivos, un complemento para la comprensión conceptual de la naturaleza.

Sin embargo, tras el éxito de la mecánica cuántica en la década de 1920, esta manera filosófica de desarrollar física teórica, poco a poco, se fue perdiendo y dio lugar a un estilo más pragmático y utilitarista de investigación. Así, los nuevos problemas filosóficos que introdujo la mecánica cuántica no se resolvieron; por el contrario, siguieron presentes en planos más olvidados y poco preferidos. El corrimiento hacia esa manera materialista de hacer física se completó cuando el foco de la disciplina se trasladó de Europa a los Estados Unidos en 1940. Físicos descollantes tales como Richard Feynmann, Freeman Dyson, Murray Gell-Mann y Robert Oppenheimer simplemente ignoraron los problemas fundamentales irresolutos en sus famosos aportes. Romero opina: "Tras el éxito del proyecto Manhattan, que involucró a muchos físicos, surge una forma de hacer ciencia basada en el pragmatismo, en la cual lo que importaba era el resultado concreto, el detalle y el trabajo en equipo para lograr objetivos bien definidos. "En los años 70, ante alguna inquietud de los estudiantes graduados sobre los fundamentos de las teorías, la respuesta de sus mentores era 'callate y seguí calculando'", recuerda Smolin.

Perder de vista el trasfondo filosófico separa a los formalismos teóricos de las interpretaciones. "Hemos alcanzado formalismos muy sofisticados, muy bien pulidos, pero no están claras las interpretaciones", observa Romero y agrega: "Entonces usamos teorías con las cuales podemos calcular y predecir cosas con mucha precisión, pero no sabemos bien de qué hablamos". En esta línea, Rovelli aporta: "Mejor que cuestionar datos y teorías sería inquirir acerca de la estructura conceptual empleada para interpretarlos y elaborarlas". El verdadero juego no sería cambiar teorías sino cambiar el modo en que pensamos el mundo (ver recuadro *Todos somos…*). Así lo hizo Einstein, profundo lector del filósofo Baruch Spinoza –uno de los tres pilares de la filosofía prekantiana– y así lo hicieron también Charles Darwin y Noam Chomsky.

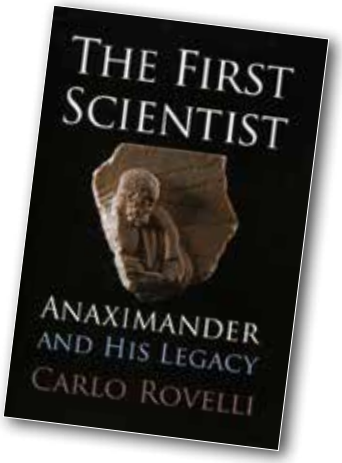
Bella falsabilidad

La falta de rumbo filosófico y el embriagante clímax de los bellos formalismos de teorías donde observaciones y experimentos se presumen imposibles, parecen generar raros posicionamientos nuevos. Sean Carroll, cosmólogo del Instituto Tecnológico de California (Estados Unidos), se pregunta en su conocido blog: "¿Qué ideas científicas ya están listas para la jubilación?" Y, desafiando a Karl Popper, taladrando los pilares de la revolución galileico-newtoniana, se responde: "la falsabilidad". En filosofía de la ciencia, la *falsabilidad* o *refutabilidad* es "la propiedad que tendrá una proposición universal si existe al menos un enunciado lógicamente

Wikipedia

Todos somos anaximandro

Carlo Rovelli es autor del libro *El primer científico: Anaximandro y su legado*. Anaximandro de Mileto fue un filósofo jónico, discípulo de Tales, cuyo único escrito se refiere a la naturaleza. "Profundizar en la vida de Anaximandro es una aventura fascinante: él hizo algo muy típico en ciencia y que muestra qué es la ciencia", explica Rovelli. Hasta Anaximandro, todas las civilizaciones pensaban que la estructura del mundo se reducía a un Cielo sobre las cabezas y una Tierra debajo de sus pies. Solo dos sentidos: arriba y abajo. Las cosas caían desde arriba hacia abajo. Sin embargo, Anaximandro pudo decir: "No, hay algo más. La Tierra es un cuerpo finito que flota en el espacio, sin caer, y el Cielo no está simplemente sobre nuestras cabezas sino en todo alrededor". ¿Cómo pudo decir esto? Observando el cielo, seguramente. Sin embargo, muchas civilizaciones también lo observaron pero todas asumieron que debajo de sus pies no había nada. Ahora bien, si no había nada, la Tierra ¿debía caer como lo hacía cualquier objeto material? Anaximandro cuestionó esa pregunta y razonó que si los objetos debían caer significa que la dirección de caída cambiaba con cada punto de la Tierra. Así, los conceptos arriba-abajo dependían de la posición. Esto implicaba, primero, un cambio en el lenguaje básico referido a algo estructural de la visión del homo sapiens sobre el mundo. Anaximandro pudo entender una parte de la realidad, esencialmente, cambiando algo en la estructura conceptual de que disponía para capturar esa realidad. "Anaximandro nos liberó del prejuicio, de un prejuicio que estaba encarnado en la estructura conceptual que teníamos del espacio", opina Rovelli y se pregunta: "¿Por qué Anaximandro es tan emblemático? Porque ese proceso se encuentra en cada paso, grande o pequeño, de la investigación en física; esto es, para resolver problemas no hay que contestar preguntas si no cuestionarlas o darse cuenta de que la manera en la que el problema fue formulado contiene implícitamente una suposición prejuiciosa que es la que hay que desechar".



posible que se deduzca de ella y que pueda demostrarse falso mediante observación empírica".

La falsabilidad, ¿un criterio sobrestimado para juzgar si las teorías deben ser tomadas en serio o no? Los trabajos en ciencias naturales formalizadas por la matemática, ¿no se deben evaluar por el hecho de que predigan o no fenómenos contrastables sino por su belleza interna y por el consenso de la comunidad que los genera? George Ellis, profesor emérito de la Universidad de Ciudad del Cabo (Sudáfrica) y coautor con Stephen Hawking de uno de los libros seminales en cosmología, y Joe Silk, profesor del Instituto de Astrofísica de París (Francia) prendieron todas las alarmas a fines de 2014 en la revista *Nature*. "Ellis y Silk son los dos cosmólogos más importantes de la actualidad", afirma Romero y continua: "Les sobra prestigio para expresar su preocupación por la presión que cierta parte de la comunidad de la física teórica está haciendo por relajar las pautas de evaluación de los trabajos científicos cambiando falsabilidad por belleza". En otros términos, escenas de posmodernismo explícito: la ciencia es un discurso y una teoría es válida si es aceptada por la comunidad que genera ese

Stephen Hawking es un importante físico del siglo XX con aún mucha intuición para el impacto mediático y, en consideración de muchos científicos como Esteban Romero, "con gran visión para los libros de alta especulación –antes que de divulgación– científica".

discurso. "Celebramos que Carroll abra el corazón de la física y ponga sobre la mesa de operaciones sus fundamentos filosóficos, pero esa exploración debe ser muy rigurosa, sobre todo cuando ciertos resultados científicos, tales como el cambio climático o la teoría de la evolución, son cuestionados por sectores políticos y religiosos", advierte Ellis. De todas maneras, la postura de Ellis y Silk es categórica y puede resumirse con una cita de la astrofísica Sabine Hossenfelder, de la Universidad de Nordita (Suecia): "La ciencia postempírica es un oxímoron".

Si bien Ellis y Silk convocan a un gran cónclave de físicos y filósofos para discutir estos temas, "hay muchos filósofos que no están de acuerdo porque la filosofía ha sufrido un proceso similar al de la física en el mundo anglosajón. Después de los grandes desarrollos en lógica de las décadas del 30 y del 40, en los que se establece la semántica formal, los lógicos se dedicaron, más que nada, a fabricar lógicas alternativas. La mayor parte de las aplicaciones de la lógica están en la llamada *lógica del primer orden* o lógica del predicado, y algunas pocas, en *lógica del segundo orden*. Sin embargo, hay muchas otras lógicas –infinitas lógicas posibles– pero que no tienen aplicación en la realidad. Una de ellas, es la que se llama *lógica modal* o *lógica de la posibilidad*, un mero juego formal sin aplicaciones reales. El filósofo Saúl Kripke del Instituto de Estudios Avanzados de Princeton (Estados Unidos) postuló que esa lógica modal podía resolver un problema fundamental: cómo establecer el valor de verdad de los enunciados. ¿Su solución? *Un enunciado es posible si hay un mundo en el cual ese enunciado es verdadero*. Luego, numerosos lógicos modales se dedicaron a reformular la lógica modal en términos de la pluralidad de mundos o de infinitos universos", explica Romero. Toda similitud con teorías de la física no es casual.

La filosofía vive

En la conferencia Google Zeitgeist, de febrero de 2015, Stephen Hawking comparó a la filosofía con aquel que llega con toda seguridad, distensión y despreocupación a un cocktail cuando todos ya se fueron. "Los filósofos se durmieron ante los modernos avances de las ciencias y, particularmente, los de la física", sentenció inapelablemente el científico británico. Según Hawking, la conversación sobre la verdad del mundo descansa en las manos de una elite de profesores de física subsidiados por corporaciones multinacionales y gobiernos nacionales. Algunos filósofos, de los pocos que no entrarían en el sayo de Hawking, le recomendaron no confundir su disciplina con la teología. Acerca de agorerías, el polémico filósofo existencialista alemán Martin Heidegger, también había anunciado el fin de la filosofía del siglo XX en tanto disuelta entre diferentes subdisciplinas, como la estética, la ética y la lógica, y entre ciencias como la física, la psicología y la biología. De todas maneras, independientemente de los fuegos artificiales a los que Hawking es aficionado, el problema central parecería ser el grado de involucramiento cruzado entre la filosofía –en cualesquiera de sus formas– y las ciencias formalizadas por la matemática.

La formación cruzada

En una apelación por recobrar la impronta de la física europea de principios del siglo XX, George Ellis opina: "La educación en ciencia debería incluir algunos módulos básicos de Platón, Aristóteles, Kant, Hume y otros grandes filósofos consagrados, además de los mejores de la actualidad. No se puede hacer física o cosmología fundamental sin adoptar una sólida base filosófica."

"Todas las carreras de ciencia natural deberían incluir varias materias de

Gustavo Romero

Es uno de los físicos más importantes del país. Es Profesor Titular de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de la Plata e Investigador Científico del CONICET en el Instituto Argentino de Radioastronomía. Si bien su especialidad es la astrofísica también se distingue por sus aportes académicos en el campo de la filosofía científica.

En un extenso reportaje que publicó el portal de noticias NEXciencia, Romero abunda en la relación entre la Física y la Filosofía a la vez que, en clave de divulgación científica, toca conceptos físicos fundamentales: la teoría de cuerdas, Stephen Hawking, el problema ciencia-religión y los científicos-divulgadores son también algunos temas en los que Romero profundiza sin rodeos ni concesiones. Pueden consultar la entrevista completa en: *http://bit.ly/RomeroEntrevista* .

Guillermo E. Sierra

filosofía. Primero, una materia de filosofía formal, como lógica y semántica, que potencie la formación matemática previa y que le provea al futuro graduado una herramienta de interpretación de los lenguajes formales. Luego, una única materia de filosofía científica dónde se explique qué es lo que entendemos por una ley, si hay leyes de leyes, si puede haber propiedades de propiedades, qué es un cambio, qué es el azar, qué es una propensión, qué es una probabilidad. Después, algo de ontología: las ideas más generales acerca de lo que hay básicamente en el estudio de cosas, cambios, propiedades, leyes, espacio y tiempo. También una unidad de epistemología donde se estudie qué es el conocimiento, qué es aprender, qué es una teoría, qué es una representación de la realidad, qué es un modelo, cuál es la diferencia entre ciencia y pseudociencia –tema muy importante y de gran importancia cultural–, qué es la tecnología, en qué se diferencia la ciencia de la tecnología. Finalmente, una ética. Todos los grandes sistemas de pensamiento de la antigüedad y, particularmente, los del periodo helenístico de Grecia –epicúreo, estoico y aristotélico– siempre terminaban con una ética", detalla Romero. Al final, siempre la ética.

Del otro lado, "los filósofos que pretenden estudiar los fundamentos de las teorías científicas generalmente tienen como bibliografía a libros de divulgación científica, muchas veces, muy malos como los de Hawking. Las publicaciones académicas en estas áreas no cuentan con un sistema de arbitraje interdisciplinario ni con controles múltiples. Entonces, hay enormes discusiones sobre cuestiones que, con un poco de conocimiento, por ejemplo, de física, se podrían zanjar con alto rigor académico", opina Romero y agrega: "En tanto las carreras de filosofía se orienten principalmente a la lectura de textos y al estudio de autores del pasado dejarán de lado la mirada sobre el problema filosófico en sí. Pasar cinco años haciendo una tesis sobre la lectura que Walter Benjamin hizo de Martin Heidegger cuando vivió exiliado en París no le sirve a nadie".

El planteo de problemas abiertos y la construcción de herramientas para poder investigarlos y resolverlos, parecería ser el perfil ideal de la formación de filósofos. Romero opina que el filósofo que quiere investigar y publicar a nivel académico competitivo debe primero apropiarse de herramientas científicas y luego de las formales pero sin perder de vista el planteo de los problemas reales. "En la carrera de filosofía, propender a una simbiosis con las ciencias formalizadas por la matemática demandaría un tronco básico de lógica, matemática, teoría de conjuntos, semántica e historia de la filosofía. Luego, materias optativas que le permitan al estudiante con interés por resolver problemas filosóficos relacionados con estas ciencias poder cursar en departamentos de matemática, física y biología", explica Romero.

En suma, alcanzar una verdadera filosofía científica que se nutra de la física y que le provea a esta el marco general en el cual se desarrollen sus teorías es la mejor sinergia para hacer aportes reales a la sociedad y a la cultura; es la idea que Romero tiene acerca del esperado reencuentro entre la física y la filosofía.

ÁREA DE POPULARIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO Y ARTICULACIÓN CON LA ENSEÑANZA MEDIA

La Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires cuenta con un Área de Popularización del Conocimiento y Articulación con la Enseñanza Media.

EL ÁREA DE POPULARIZACIÓN:

- transmite a todo tipo de público el conocimiento científico, haciéndolo de manera clara, amena y divertida sin perder rigurosidad
- vincula a los alumnos de la escuela media con estudiantes, docentes y científicos de la Facultad a través de actividades de divulgación científica, orientación vocacional y difusión institucional

EQUIPO DE POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA (EPC-EXACTAS)

El EPC-Exactas coordina programas y actividades de cultura científica destinados tanto a escuelas de enseñanza media como a público en general.

- Semanas de las Ciencias.
- Exactas va a la Escuela.
- La Escuela viene a Exactas.
- Exposiciones y eventos públicos de popularización.

(http://exactas.uba.ar/epc)
(facebook.com/PopularizacionExactasUBA)

DIRECCIÓN DE ORIENTACIÓN VOCACIONAL (DOV-EXACTAS)

La DOV-Exactas brinda información y asesoramiento para la elección de una carrera universitaria.

Se organizan programas y actividades para acercar a los alumnos a las carreras científicas.

- Experiencias Didácticas.
- Talleres de Ciencia.
- Científicos por un Día
- Charlas mensuales de las carreras.
- Consultas de orientación vocacional.
- Programa de IngresantesCBC Exactas.

(http://exactas.uba.ar/dov)
(facebook.com/DovExactasUBA)

MÁS INFORMACIÓN, CONSULTAS E INSCRIPCIONES

Secretaría de Extensión, Cultura Científica y Bienestar Universitario, Pabellón II. Tel 4576-3399/3337 Ciudad Universitaria
Internos 37 (EPC-Exactas) y 43 (DOV-Exactas)
popularizacion@de.fcen.uba.ar | dov@de.fcen.uba.ar
www.exactas.uba.ar/media

EXACTAS UBA 1865 | 2015 150

Modelos **Globales**

Rodrigo Castro y Pablo M. Jacovkis

Los *modelos globales* son modelos matemático-computacionales que expresan, en forma simultánea, las dinámicas de varios sectores en una sociedad: economía, agricultura, transporte, energía, clima, demografía, contaminación, educación, esperanza de vida, etcétera, para evaluar alternativas posibles de escenarios futuros.

Naturalmente, la lista anterior de variables ni es exhaustiva (se podrían incorporar muchas otras, tales como metros cuadrados habitacionales por habitante de una región dada, características de la vivienda, etcétera), ni es obligatorio que estén todas las variables posibles: un modelo global puede excluir, de manera explícita, ciertas variables tanto para que la complejidad del modelo no sea excesiva como debido a la carencia de datos suficientemente robustos.

Estos modelos, inherentemente interdisciplinarios, permiten evaluar evoluciones de variables socioeconómicas en función de políticas sociales en interacción directa con la base material disponible, como por ejemplo, el uso de la energía y de los recursos naturales renovables y no renovables.

Los modelos globales son herramientas de prospectiva intersectorial que pueden ser utilizadas para el diseño sistemático de políticas públicas que garanticen un acceso igualitario a los bienes y servicios que generen bienestar, y de manera sustentable en el largo plazo (los horizontes de proyección suelen ser de varias décadas).

Cuando la escala del sistema modelado es el mundo entero, hablamos de *modelos mundiales*. La disciplina del modelado mundial tuvo su auge en la década de 1970, y produjo un puñado de modelos liderados por distintos grupos de investigación en el mundo. Es destacable el hecho de que científicos argentinos (como Oscar Varsavsky y otros, en el Instituto de Cálculo de Exactas-UBA) hayan tenido un rol activo en los albores de la disciplina, a fines de los años 60 y principios de los 70, es decir antes de que cobrara dimensión internacional (ver "Computer-Based Global Models", Castro y Jacovkis: *http://tiny.cc/globmod*).

Algunos resultados que alcanzaron difusión masiva fueron controvertidos: se postuló que los límites del crecimiento son exclusivamente físicos y que la única manera de evitar un colapso social es "congelando" el crecimiento. Científicos latinoamericanos reaccionaron frente a dicho mensaje, que contenía un cierto carácter de inequidad, ya que se podría inferir que condenaba a los sectores desprotegidos al subdesarrollo perpetuo.

Se desarrolló así en Argentina entre 1972 y 1975 el Modelo Mundial Latinoamericano (MML) en el contexto de la Fundación Bariloche, financiado por el International Development Research Centre de Canadá. El MML mostró otros escenarios posibles en los que se lograba alcanzar una sociedad global más igualitaria, con buena calidad de vida y por un largo período de tiempo (ver "¿Catastrofe o Nueva Sociedad?", Herrera y otros: *http://tiny.cc/MML*).

El MML tuvo un carácter *normativo*, es decir, propuso cursos de intervención (políticas públicas) concretos para alcanzar objetivos sociales preestablecidos, a diferencia de otros modelos que operaban en forma puramente *proyectiva*, reproduciendo rígidamente la estructura de la sociedad al momento de su modelado.

Actualmente, con el cambio climático afectando nuestro presente, y con diversas conjeturas acerca de picos en el acceso eficiente a los recursos naturales, los modelos globales representan un área de investigación interdisciplinaria que recobra vigencia.

Una prueba fehaciente de ello es el modelo International Futures (*http://pardee.du.edu/*) utilizado en la actualidad para aportar argumentos al informe estratégico del National Intelligence Council de Estados Unidos, que predice tendencias globales presentadas al presidente de los Estados Unidos ante cada nuevo mandato (ver "El Mundo en 2030", Ignacio Ramonet, *http://tinyurl.com/global2030*).

Entretanto, vivimos un avance tecnológico explosivo en términos de herramientas informáticas para la manipulación de grandes volúmenes de datos y para modelado y simulación de sistemas de gran escala. El contexto tecnológico es óptimo para la confección de modelos globales que aporten información para afrontar las necesidades de nuestra región y de nuestro país en particular. La comunidad científica, el sector político y el sector privado no pueden ignorar la desventaja estratégica que presupone carecer de tecnologías y metodologías que nos permitan desarrollar, mantener y explotar un modelo global propio.

En este sentido, investigadores del Departamento de Computación de Exactas-UBA y del Centro Interdisciplinario de Estudios Avanzados de la Universidad Nacional de Tres de Febrero estamos impulsando acciones tendientes al desarrollo de una base tecnológica avanzada para el modelado y simulación computacional de modelos globales.

Rodrigo Castro es doctor en ingeniería por la Universidad Nacional de Rosario. Es profesor adjunto de la Universidad de Buenos Aires, investigador asistente del CONICET, e investigador externo en la Universidad de Linköping, Suecia. Coordina el Laboratorio de Simulación de Eventos Discretos en el Departamento de Computación de Exactas-UBA.

Pablo Miguel Jacovkis es doctor en matemáticas por la Universidad de Buenos Aires, profesor emérito en la misma institución y Secretario de Investigación y Desarrollo de la Universidad Nacional de Tres de Febrero. Es profesor del Departamento de Computación de Exactas-UBA desde 1988.

BÄR DE CIENCIA

Nora Bär

El dinero es lo de menos

¿Santos o villanos? ¿Idealistas o pragmáticos? ¿Desinteresados o desvelados por la celebridad? Aunque hay muchos científicos que merecen ser considerados "héroes" de la modernidad, basta con atisbar en el *backstage* de los grandes nombres para comprender que también los exploradores del conocimiento vienen en las múltiples variedades que definen al resto de los mortales. Tenía razón la brillante periodista científica norteamericana Deborah Blum, ganadora del premio Pulitzer y autora del libro *The poisoner's handbook* (Penguin Press, 2010), cuando hace unos años escribió en *Nature*: "La ciencia es como cualquier otra empresa. Es humana, tiene fallas, está llena de política y de egos".

Hasta gigantes del pensamiento, como Newton, hijo de campesinos y cuyo padre ni siquiera sabía firmar –según destaca Peter Ackroyd en *Newton, una biografía breve* (Fondo de Cultura Económica, 2012)–, combinó la genialidad de desarrollar en un año y medio, entre 1665 y 1666, los *Principia mathematica* –una revolucionaria teoría de los colores y otra de la gravitación universal– con comportamientos de una insensibilidad que desconcierta.

En efecto, a los 23 años, trabajando solo y aislado en su casa de Woolsthorpe, a la que había regresado desde Cambridge huyendo de la Gran Peste, Newton desarrolló el cálculo diferencial e integral, intuyó que la luz se propagaba en "corpúsculos" en constante movimiento, vio caer la manzana y dedujo "que las fuerzas que mantienen a los planetas en sus órbitas deben ser recíprocamente como los cuadrados de las distancias desde los centros a cuyo alrededor giran".

Pero, pasados los cuarenta "se dedicó a incrementar su poder (y su salario)", comenta Ackroyd. Fue miembro del Parlamento, se hizo pintar alrededor de 17 retratos, se lanzó a buscar el éxito y un empleo bien remunerado, usó su influencia para colocar a quienes apoyaban sus teorías en los puestos más prominentes y fue "custodio" de la Casa de la Moneda, desde donde persiguió sin piedad a los falsificadores ¡para mandarlos a la horca!

En nuestros días, la contracara de estas conductas, especialmente en este mundo dominado por el dinero, parece ser Grigori Perelman, el matemático ruso que demostró o al menos jugó un papel protagónico en la demostración de la centenaria *conjetura de Poincaré*, uno de los llamados "problemas del milenio".

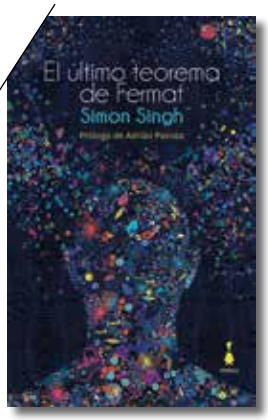
Perelman, hijo de un ingeniero y una profesora de matemática, y violinista amante de la ópera, descubrió su talento matemático casi sin darse cuenta. A los catorce ya era una estrella del club de matemática de su ciudad, y a los dieciséis ganó la medalla de oro de la Olimpíada Internacional de Matemática con un resultado perfecto.

Siempre fue un solitario, pero en el verano de 2006 las luces de la celebridad lo iluminaron a los ojos del gran público. Ese año se dio el lujo de rechazar el premio más preciado: la Medalla Fields, que se entrega cada cuatro años por decisión de la Unión Matemática Internacional en una ceremonia que reúne a 3000 colegas de todo el mundo. Cuando todos lo esperaban en Madrid, donde se hacía el Congreso Mundial, y a pesar de que un emisario había intentado disuadirlo, el prodigio ruso simplemente no se presentó.

Es más, Perelman, quien en la actualidad no contesta los correos electrónicos ni se comunica con sus colegas, ya no se considera un matemático profesional y vive con su madre en un modesto departamento en las afueras de San Petersburgo. No solo rechazó la Medalla Fields, sino también el premio del Instituto Clay por resolver la famosa conjetura: un millón de dólares.

Después de buscarlo repetidamente sin éxito, David Gruber y Sylvia Nasar –autora del libro que inspiró el film de John Nash (otro genio, pero atormentado por la esquizofrenia)–, lograron encontrarlo y en un extenso artículo para *The New Yorker* contaron su historia y la del entredicho con Shing-Tung Yau –director del departamento de Matemática de la Universidad de Harvard, y de los institutos de Pekín y Hong Kong–, quien reclamó para sí la gloria de la demostración.

"Para hacer un gran trabajo, es necesario tener una mente pura", les dijo durante su investigación Mikhail Gromov, un geómetra ruso que conoce a Perelman. "El científico ideal hace ciencia y no se preocupa por nada más". Una afirmación que puede resultar discutible. Pero, ¿qué duda cabe?, también inspiradora.



El último teorema de Fermat

Simon Singh
Buenos Aires, Páprika: 2014.
384 páginas
ISBN 978-987-45544-3-7

En el número 16 de *EXACTAmente*, en 1999, dábamos cuenta de la publicación de esta joya de la divulgación científica y, por qué no, de la literatura. Hoy, a dieciséis años, celebramos la reedición de *El último teorema de Fermat* de Simon Singh, por la muy joven Editorial Páprika. La nueva edición incluye prólogo de Adrián Paenza quien no duda en afirmar: "Es el mejor libro que leí en mi vida", y mantiene los mismos estímulos que nos atraparon en aquel momento: es un libro fascinante, atrapante y con mucha intriga, y es imposible detenerse una vez que nos hemos sumergido en su universo, seamos del mundo de la ciencia o de cualquiera de los otros mundos.
Las palabras de Pierre de Fermat garabateadas en el margen de un famoso libro de aritmética ya son parte de la historia de la ciencia: "He encontrado una demostración maravillosa para este problema, pero el margen es muy angosto para contenerla". Saber si tal demostración existía tomó más de 300 años y las derivaciones de esa búsqueda permitieron evolucionar a la matemática de una manera insospechada. El magistral relato de Singh narra la obsesión y el derrotero de Andrew Wiles (y a su vez el de la ciencia matemática) por resolver este centenario misterio.

La conciencia en el cerebro

Descifrando el enigma de cómo el cerebro elabora nuestros pensamientos

Stanislas Dehaene
Buenos Aires: Siglo veintiuno, 2015.
384 páginas
ISBN: 978-987-629-506-2

Stanislas Dehaene, uno de los neurocientíficos más brillantes de la actualidad nos demuestra cómo conducirse –paso a paso– en la elucidación de este asunto que muchos acordaron en calificar como la última frontera de la ciencia: cómo podría la ciencia descifrar el enigma de la mente, de la conciencia, del monólogo interno, del yo.
Tal vez, uno de los problemas mayores consiste en barajar esa dificultad mayúscula: la subjetividad. Se puede. Dehaene lo explica, lo ejemplifica con decenas de experimentos con los que se ha avanzado en la última década para abrir el escenario del mundo interior. Los experimentos son sencillos y robustos. Las conclusiones, claras. Y la luz que echan, encandilante.
Algunas preguntas que el autor aborda en el último capítulo: ¿Podemos determinar el momento preciso en que la conciencia surge por primera vez en los bebés? ¿Podemos descifrar nuestra sorprendente habilidad de pensar acerca de nuestros pensamientos? ¿Aloja el cerebro humano circuitos distintivos? Y si logramos analizar esos circuitos, ¿alguna vez podremos replicarlos en una computadora, dando lugar de este modo a la conciencia artificial?

El sueño de la Argentina atómica

Política, tecnología nuclear y desarrollo nacional (1945-2006)

Diego Hurtado
Buenos Aires: Edhasa, 2014.
352 páginas
ISBN: 978-987-628291-8

Pocos campos en la ciencia y la tecnología argentina han superado los avatares de la política y las crisis económicas pudiendo exhibir un crecimiento sostenido lo largo del tiempo. El campo nuclear es uno de esos ejemplos paradigmáticos.
Impulsado durante el primer gobierno de Juan Perón por su valor estratégico en el área energética y geopolítica, contó con un decidido apoyo estatal y con especialistas que lograron obtener resultados notables para una nación no desarrollada, impulsando también un conjunto de empresas del sector que fueron capaces de construir y vender reactores nucleares en licitaciones internacionales donde superaron ofertas similares de naciones desarrolladas.
El sueño de la Argentína atómica, el libro del físico e historiador de la ciencia Diego Hurtado es un ameno y exhaustivo recorrido por cincuenta años de historia que analiza los lazos del campo científico tecnológico con el ámbito político, económico y social.

¿Cómo acercarte a la ciencia en tres pasos?

1visitá

Nex Ciencia en: http://nexciencia.exactas.uba.ar

2sumate

a http://www.facebook.com/NEXciencia para recibir todas las novedades

3seguinos

por Twitter a través de @nex_ciencia

nexciencia.exactas.uba.ar

PREGUNTAS

¿Por qué las órbitas de los planetas y estrellas son elípticas?

Responde Silvina Ponce Dawson, profesora en el Departamento de Física de Exactas-UBA..

Una elipse es una curva muy particular. Yo tenía un juguete con el que las podía dibujar fácilmente: una tabla de madera con dos clavos a los que se ataba un piolín. Sobre la tabla se colocaba un papel. Manteniendo tenso el piolín con una lapicera, al moverla sobre el papel se dibujaba la elipse. Los clavos de este juego están en los focos de la elipse. Si los focos están muy separados entre sí, la elipse resulta muy excéntrica. Si pudiéramos unir los focos, la elipse se convertiría en una circunferencia.

La circunferencia es una elipse sin excentricidad. Johannes Kepler observó que los planetas se movían en trayectorias elípticas con el Sol en uno de sus focos. Casi un siglo después, Isaac Newton estableció las leyes que permitieron explicar el porqué. Introdujo la idea de que los objetos podían ejercer fuerzas a distancia. Las cosas caen sobre la Tierra ya que esta última ejerce la fuerza de gravedad aun cuando no estén apoyadas sobre ella. Los planetas giran en órbitas elípticas debido a la fuerza de gravedad que ejerce el Sol. ¿Y por qué elipses? Dijimos que las circunferencias son elipses sin excentricidad.

Las órbitas de los planetas podrían ser circulares. La de la Tierra casi lo es. Si fuera circular, el Sol ejercería todo el tiempo una fuerza de igual intensidad, ya que la distancia entre ambos sería siempre igual, y la intensidad depende de esta distancia. La fuerza que el Sol ejerce sobre la Tierra es la responsable de que vaya girando. Cuanto más intensa, más cerrada es la órbita.

En el caso de trayectorias elípticas, la órbita del planeta se cierra más cuanto más cerca esté del Sol, y menos cuanto más lejos esté: formando así una elipse. ¿Y qué hace que la trayectoria esté deformada y no sea una circunferencia como en el caso del satélite ARSAT-1? Depende de cómo se mueve el planeta en relación con el Sol (o el satélite con relación a la Tierra) cuando inicia la trayectoria. En una órbita circular, el planeta se mueve todo el tiempo en forma perpendicular a la recta que lo une con el Sol. Pero ese movimiento debe ser perpendicular desde “el principio”. Si al inicio el movimiento tiene un componente perpendicular, pero otro a lo largo del radio, entonces la trayectoria resulta una circunferencia deformada, por ejemplo, una elipse.

¿Por qué, cuando la lluvia hace globitos, se dice que va a seguir lloviendo?

Responde Marcos Saucedo, docente en el Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos de Exactas-UBA.

El hecho de que una gota de lluvia, al caer en un charco, haga globitos indica que la gota está cayendo prácticamente perpendicular al suelo, es decir que cae derecho. Si eso ocurre, significa que hay poco viento. Por lo tanto, uno podría deducir que, como hay poco viento, la tormenta que produce la lluvia no se mueve o lo hace muy lentamente, y entonces hay lluvia para rato. Lo cierto es que es una verdad a medias. Cuando la lluvia hace globitos, hay poco viento, pero eso no implica que la nubosidad que produce la lluvia se esté moviendo lentamente.

Muchas veces, cuando sucede que se forman globitos en los charcos, el tipo de evento meteorológico que produce la lluvia es lo que los meteorólogos llamamos un *sistema convectivo de mesoescala*. En tales situaciones, la lluvia tiene tres etapas. En la primera se da la lluvia más intensa, que suele estar acompañada por actividad eléctrica y generalmente se producen ráfagas de viento intensas, que se pueden extender entre media y dos horas. Después sigue una corta etapa en que la lluvia se vuelve mucho más débil y pareciera inclusive que va a parar.

Pero después viene una segunda tanda de lluvia, que es entre moderada y fuerte, y bastante continua, con lentas variaciones en intensidad. En ese momento, por lo general, el viento se vuelve débil o incluso casi calmo, y es ahí cuando se generan los globitos. Esta etapa puede extenderse durante varias horas, desde una hasta seis u ocho horas, dependiendo del sistema convectivo. A medida que el sistema se va moviendo y el final de la lluvia se acerca, el viento comienza progresivamente a aumentar, la lluvia de a poco va mermando en intensidad y, cuando está por parar de llover, se suelen dar ráfagas de viento más fuerte. Eso se produce porque al final de la zona de lluvia se forma un pequeño sistema de baja presión que se conoce como “baja de estela”, que genera un aumento del viento. Obviamente, cuando empieza a aumentar el viento, la lluvia que todavía cae deja de hacer globitos.

PAENZAMIENTOS

Adrián Paenza

Cuatro **interruptores**

El 30 de abril del año 2007 estaba en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA tomando un café con Juan Pablo Paz (ex jefe del departamento de Física y uno de los investigadores más prestigiosos que tiene la Argentina). Justo ese día, había aparecido un artículo mío con *el problema de los tres interruptores*. En un momento determinado, cuando nos vio conversando, se acercó Fernando Kornblit, un matemático argentino que trabaja en el INTI y me dijo: "Adrián, muy interesante el problema de los interruptores, pero estuve pensando que el problema también tiene solución si en lugar de tres interruptores hubiera cuatro".

Le pedí que nos dejara pensar un rato y eso es lo que le estoy proponiendo a usted acá: que lo piense también. Solo para refrescar las ideas, recuerdo el problema:

Se tiene una habitación vacía salvo porque hay colgada, desde el techo, una bombita de luz. El interruptor que activa la luz se encuentra en la parte exterior de la pieza. Es más: no hay un solo interruptor, sino tres iguales, indistinguibles.

Uno sabe que solo una de las "llaves" activa la luz. El problema consiste en lo siguiente: la puerta de la habitación está cerrada. Uno tiene el tiempo que quiera para "jugar" con los interruptores. Puede hacer cualquier combinación que quiera con ellos, pero puede entrar en la pieza solo una vez. En el momento de salir, uno debe estar en condiciones de poder decir: "Esta es la llave que activa la luz". Los tres interruptores son iguales y están en la misma posición: la de "apagado".

A los efectos de aclarar aún más: mientras la puerta está cerrada y uno está afuera, puede entretenerse con los interruptores tanto como quiera. Pero habrá un momento en que decidirá entrar en la pieza. No hay problema. Uno lo hace. Pero cuando sale, tiene que poder contestar la pregunta de cuál de los tres interruptores es el que activa la lamparita.

Hasta acá, el problema conocido. El agregado entonces es: si en lugar de haber tres interruptores, hubiera cuatro, ¿se puede encontrar la solución también entrando en la pieza una sola vez?

Ahora, otra vez le toca a usted.

La ventaja que uno tiene ahora (y no tenía en el momento de pensar el problema original) es que quien alguna vez lo dedujo sabe que no alcanza con mirar: ¡hay que tocar la lámpara! Hay que poder medir la temperatura, para poder usar ese dato. Digo que es diferente ahora porque en el momento de pensar el problema la primera vez ese factor no era tenido en cuenta y, ahora, estoy seguro de que sí.

Entonces, pensemos juntos la solución, sabiendo que tendrá incidencia la temperatura de la lámpara. Ahora veamos cómo.

Si "encendemos" los interruptores 1 y 2 durante diez minutos y entramos en el cuarto, ¿qué ganaríamos? Si la luz está encendida, no sabríamos si fue el 1 o el 2. Y si está apagada, solo habríamos aprendido que la lámpara se activa o bien con el 3 o bien con el 4. Y si tocamos la lámpara, no nos va a decir nada tampoco, porque la única manera de que esté caliente es si está encendida. Y si está fría, tampoco nos dice nada porque puede ser que se active con el 3 o el 4.

Sin embargo, creo que después de haber leído estas últimas consideraciones, usted debe haber pensado algo más. Y creo que sí, que tiene razón. Si uno prende los interruptores 1 y 2, los deja diez minutos, pero antes de entrar, apaga el 2 pero enciende el 3, y ahora sí entra rápido en la pieza, sí podemos pensar si hemos avanzado más.

¿Qué puede pasar al entrar rápido en la pieza? La luz puede estar encendida o apagada, obviamente. Sin embargo, hay una diferencia sensible. Puede que esté prendida pero no caliente. En ese caso, como no hubo tiempo de que se calentara aún, tiene que ser el interruptor número 3, que fue el último que encendimos. En cambio, si está encendida pero caliente, esto significa que es el número 1 el que activa la luz, ya que es el que estuvo prendido los diez minutos previos.

Bien. Tenemos el problema resuelto si la luz está encendida. ¿Y si está apagada? Si está apagada, puede que la lamparita esté o bien fría o bien caliente.

Si está caliente, eso significa que el interruptor que desactivé inmediatamente antes de entrar, el número 2, es el que activa la lámpara (¿me sigue con ese razonamiento? Si le parece que no lo entendió, retroceda y lea de nuevo... No va en demérito de nadie no entender un argumento).

Por último, si la lámpara está apagada y además fría, entonces el interruptor que activa la luz es el número 4.

En resumen, el aporte de Fernando fue muy bueno, porque sirvió para generalizar aún más un problema que parecía cerrado con el caso de los tres interruptores.

La luz del arte

José Sellés-Martínez | pepe@gl.fcen.uba.ar

Este año ha sido instituido por la Unesco como Año Internacional de la Luz y las Tecnologías Asociadas basadas en la luz, y nuestro país se ha incorporado a la iniciativa a través de un Comité Nacional. En el sitio web (*http://2015luz.com.ar*) hay información sobre las actividades que se asocian a la celebración, recursos para docentes y, también, un espacio dedicado especialmente al arte y a la luz.

Entre los objetivos que la Unesco se propone alcanzar pueden destacarse:

- Mejorar la comprensión pública de cómo la luz y sus tecnologías relacionadas afectan a la vida cotidiana y son esenciales para el futuro desarrollo de la Humanidad.
- Desarrollar la capacidad educativa y la difusión de la cultura científica.
- Fomentar vocaciones científicas en el ámbito de la luz y sus aplicaciones.
- Dar a conocer la profunda relación que existe entre la luz, el arte y la cultura.

Sería inútil intentar hacer un compendio del significado de la luz en las artes plásticas en el espacio de una carilla, pero un par de ejemplos pueden servir para ilustrar cómo la luz y sus propiedades pueden cambiar radicalmente la forma de percibir el espacio y la materia representados en una obra pictórica.

El primero de ellos se refiere a la representación del espacio mismo, de los objetos que lo ocupan y de las distancias relativas entre ellos. El cuadro *El Milagro de la hostia profanada*, de Paolo Uccello (1397-1475) es una perspectiva exclusivamente geométrica. Los objetos parecen estar más cerca o más lejos de acuerdo a su tamaño, en un esquema perfectamente organizado con líneas de fuga que guían nuestra mirada hacia el fondo del cuadro, que simula ser un prisma pero es un rectángulo. Sin embargo, las figuras son planas, carecen de volumen. Como no hay fuentes de luz (la ventana y la puerta abiertas dan a la oscuridad) no se generan sombras, no hay variación en el color por efecto de la luz. Por el contrario, la obra *Bodegón con Pablo*, de Cristóbal Toral carece casi de perspectiva geométrica, en ella el espacio es una creación de la luz. Brillos, penumbras y sombras definen las posiciones relativas de los elementos representados y dan dimensión y volumen a los objetos y al espacio que ocupa la escena.

El segundo ejemplo apunta al uso de una de las propiedades de la luz: la de reflejarse en las superficies sobre las que incide. El agua es incolora. ¿Cómo representarla entonces en un cuadro, sobre todo si su superficie se encuentra tranquila y no existen olas que la representen? Dos obras aprovechan la reflexión de la luz sobre la superficie del agua para hacernos creer que ella existe mostrándonos algo que, sin embargo, no está donde parece. Una es una pequeña xilografía en blanco y negro, *El charco* de Escher (1898-1972) y es evidente que el observador imagina el agua a partir de la imagen invertida de la arboleda que cubre el camino en el que se han marcado las huellas. La otra obra es un enorme óleo de Claude Monet (1840-1926), una de sus famosas *Ninfeas;* en ella el agua del estanque del parque de Giverny, donde vivía el artista, está representada por el reflejo de la cúpula verde que la cubre y de un retazo de cielo en el centro de la misma. Solo una corona de nenúfares que flota sobre la superficie líquida interrumpe la continuidad del reflejo. Si se invierten ambas imágenes, el charco y el estanque, se obtienen efectos inesperados…

El Milagro de la hostia profanada

Bodegón con Pablo

El charco

Ninfeas

CIENTIFICOS
INDUSTRIA ARGENTINA

El programa de Ciencia sigue en la televisión pública, con nuevos informes, secciones y columnistas

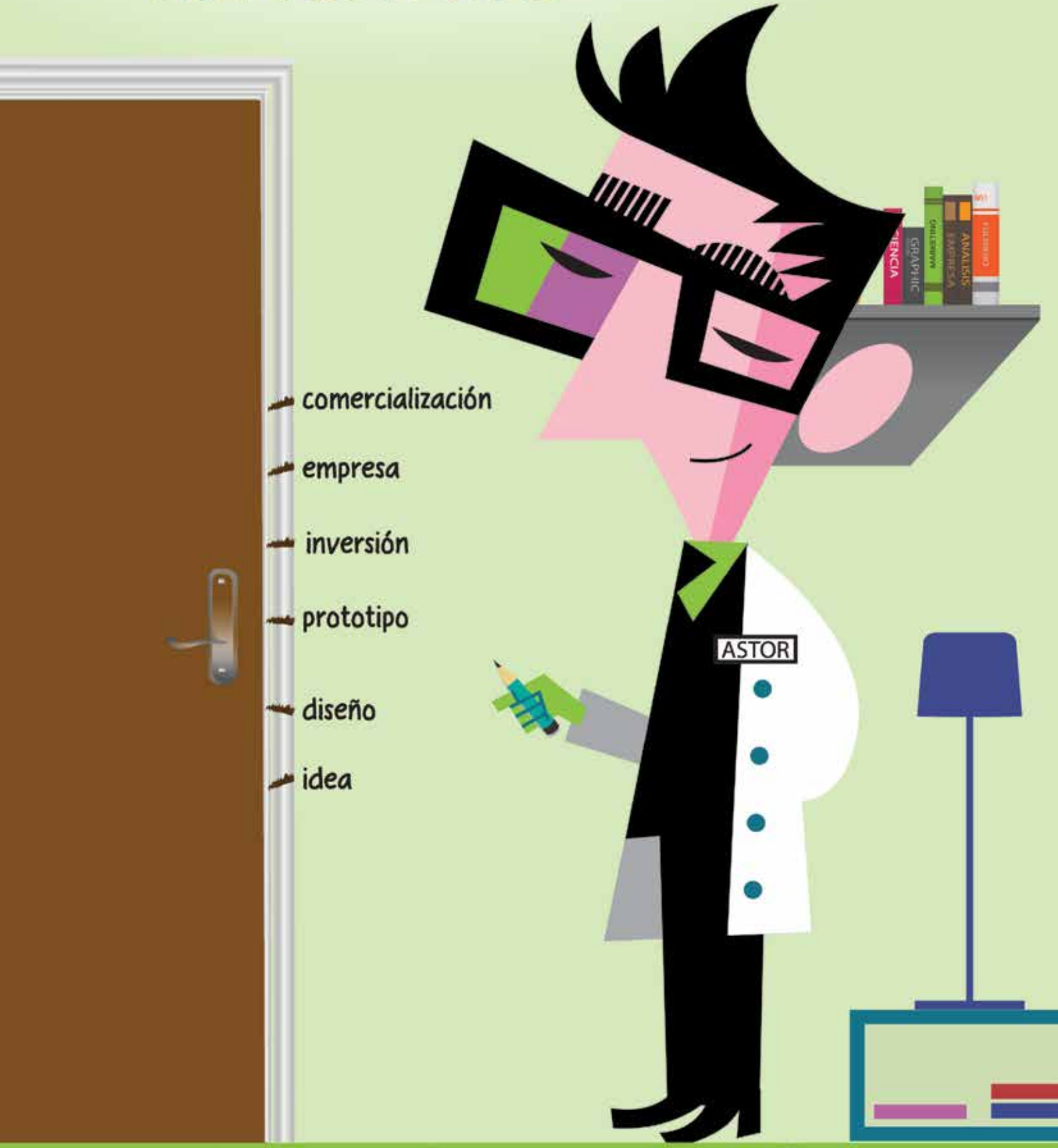
CON ADRIÁN PAENZA

SÁBADOS
11.30 Hs.

TV Pública

www.tvpublica.com.ar

JUNTOS HACEMOS CRECER TU PROYECTO



- comercialización
- empresa
- inversión
- prototipo
- diseño
- idea

Mas información : www incubacen.exactas.uba.ar @incubacen /incubacen

incubacen EXACTAS UBA