CIENCIA HOY

Revista de divulgación científica y tecnológica de la Asociación Civil Ciencia Hoy
Volumen 22 número 132 abril - mayo 2015
Ejemplar en la Argentina $29

El saneamiento del RIACHUELO

Residuos plásticos
Giro judicial de la política
Carta de un premio Nobel a su hijo

ISSN 0327-4218

CIENCIA HOY

¡Suscríbase al conocimiento!

Sea parte de nuestra comunidad de suscriptores y esté al tanto de los temas y las discusiones de la ciencia y la tecnología en la Argentina y el mundo.

Suscripciones

ARGENTINA: 6 números, **$ 170**
EXTRANJERO: 6 números, **US$ 40** + envío
Artículos digitalizados: **$15**

Costo de envío

Países limítrofes de la Argentina: **US$ 33**
Resto de América: **US$ 54**
Resto del mundo: **US$ 60**
(American Express - Visa)

Cupón disponible en
http://www.cienciahoy.org.ar/suscripcion/

CIENCIA HOY
Av. Corrientes 2835, Cuerpo A, 5° A (1193) Ciudad de Buenos Aires
Telefax (011) 4961-1824 y 4962-1330 / E-mail: pab@retina.ar

CIENCIA HOY

Fundada en 1988

Propietario: ASOCIACIÓN CIVIL CIENCIA HOY

Director: Pablo Enrique Penchaszadeh

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de la revista puede reproducirse, por ningún método, sin autorización escrita de los editores, los que normalmente la concederán con liberalidad, en particular para propósitos sin fines de lucro, con la condición de citar la fuente.

Sede: Av. Corrientes 2835, cuerpo A, 5º A
(C1193AAA) Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Tel/fax: (011) 4961-1824 y 4962-1330
Correo electrónico: *pab@retina.ar*
http://www.cienciahoy.org.ar

Editores responsables

Federico Coluccio Leskow
Instituto de Química Biológica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA-Conicet

Omar Coso
Instituto de Fisiología, Biología Molecular y Neurociencias, UBA-Conicet

María Luz Endere
Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Conicet

Alejandro Gangui
Instituto de Astronomía y Física del Espacio, UBA-Conicet

Aníbal Gattone
UNSAM

José X Martini
Asociación Ciencia Hoy

Paulina E Nabel
Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, Conicet

Pablo Enrique Penchaszadeh
Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, Conicet

María Semmartin
Instituto de Investigaciones Fisiológicas y Ecológicas vinculadas a la Agricultura, UBA-Conicet

Susana Villavicencio
Instituto de Investigaciones Gino Germani, Facultad de Ciencias Sociales, UBA

Lo expresado por autores, corresponsales y avisadores no necesariamente refleja el pensamiento del comité editorial, ni significa el respaldo de CIENCIA HOY a opiniones o productos.

Consejo científico

Coordinadora: Olga Dragún (Departamento de Física, CNEA)

Elvira Arrizurieta (Instituto de Investigaciones Médicas Alfredo Lanari, UBA), José Emilio Burucúa (UNSAM), Ennio Candotti (Museo de Amazonia, Brasil), Jorge Crisci (FCNYM, UNLP), Roberto Fernández Prini (FCEYN, UBA), Stella Maris González Cappa (FMED, UBA), Francis Korn (Instituto y Universidad Di Tella), Juan A Legisa (Instituto de Economía Energética, Fundación Bariloche), Eduardo Míguez (IEHS, UNCPBA), Felisa Molinas (Instituto de Investigaciones Médicas Alfredo Lanari, UBA), Marcelo Montserrat (Academia Nacional de Ciencias), José Luis Moreno (Universidad Nacional de Luján), Jacques Parraud (UVT, INTA), Alberto Pignotti (FUDETEC), Gustavo Politis (Departamento Científico de Arqueología, FCNYM, UNLP), Eduardo H Rapoport (Laboratorio Ecotono, Universidad Nacional del Comahue), Fidel Schaposnik (Departamento de Física, UNLP)

Secretaría del comité editorial: Paula Blanco

Administración: Adelina Blanco

Representante en Bariloche
Edgardo Ángel Bisogni (Instituto Balseiro, Centro Atómico Bariloche);
Av. Ezequiel Bustillo, km 9,5 (8400)
San Carlos de Bariloche, Prov. de Río Negro

Representante en Mar del Plata
Raúl Fernández (Facultad de Ciencias de la Salud y Servicio Social, UNMDP)
Saavedra 3969 (7600) Mar del Plata,
Buenos Aires. Tel: (0223)474-7332
Correo electrónico: *raferna@mdp.edu.ar*

Corresponsal en Río de Janeiro
Revista Ciência Hoje
Av. Venceslau Brás 71, fundos, casa 27,
CEP 22290-140, Río de Janeiro - RJ - Brasil
Teléfono: (55) 21-295-4846
Fax: (55) 21-541-5342
Correo electrónico: *cienciahoje@cienciahoje.org.br*

Suscripciones
ARGENTINA: 6 números, $ 170
EXTRANJERO: 6 números, US$ 40 + envío

Artículos digitalizados: $15

Costo de envío
PAÍSES LIMÍTROFES DE LA ARGENTINA: US$ 33
RESTO DE AMÉRICA: US$ 54
RESTO DEL MUNDO: US$ 60
(American Express - Visa)

Distribución

En Ciudad de Buenos Aires y Gran Buenos Aires:
Rubbo SA
Río Limay 1600 (C1278ABH)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Teléfono: (011) 4303-6283/85

En el resto de la Argentina:
Distribuidora Interplazas SA
Pte. Luis Sáenz Peña 1836
(C1135ABN) Ciudad Autónoma de Buenos Aires

ISSN 0327-1218
Nº de Registro DNDA: 5025233

Diseño y realización editorial
Estudio Massolo
Callao 132, E.P. (C1022AAO)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Tel/fax: (011) 4372-0117
Correo electrónico: *estudiomassolo@fibertel.com.ar*

Impresión
Forma Color Impresores SRL
Camarones 1768 (1416)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires

ASOCIACIÓN CIVIL CIENCIA HOY

Es una asociación civil sin fines de lucro que tiene por objetivos: **(a)** divulgar el estado actual y los avances logrados en la producción científica y tecnológica de la Argentina; **(b)** promover el intercambio científico con el resto de Latinoamérica a través de la divulgación del quehacer científico y tecnológico de la región; **(c)** estimular el interés del público en relación con la ciencia y la cultura; **(d)** editar una revista periódica que difunda el trabajo de científicos y tecnólogos argentinos, y de toda Latinoamérica, en el campo de las ciencias formales, naturales, sociales, y de sus aplicaciones tecnológicas; **(e)** promover, participar y realizar conferencias, encuentros y reuniones de divulgación del trabajo científico y tecnológico rioplatense; **(f)** colaborar y realizar intercambios de información con asociaciones similares de otros países.

COMISIÓN DIRECTIVA

Pablo E Penchaszadeh (presidente), Carlos Abeledo (vicepresidente), Federico Coluccio Leskow (tesorero), Alejandro Gangui (protesorero), Paulina Nabel (secretaria), María Semmartin (prosecretaria), Hilda Sábato, Diego Golombek, Galo Soler Illia, Ana Belén Elgoyhen (vocales).

La revista Ciencia Hoy se publica merced al esfuerzo desinteresado de autores y editores, ninguno de los cuales recibe –ni ha recibido en toda la historia de la revista– remuneración económica. Fundada en 1988.

MECENAZGO CULTURAL
Buenos Aires Ciudad

www.facebook.com/RevistaCienciaHoy

Sumario

Abril- mayo 2013
Volumen 22 - Número 132

EDITORIAL

4 **OTRA VEZ EL RIACHUELO**

CARTA DE LECTORES

6 **CIENCIA HOY EN EL AULA**

RESEÑA

7 **Sandra Gasparini**
ESPECTROS DE LA CIENCIA. FANTASÍAS CIENTÍFICAS DE LA ARGENTINA DEL SIGLO XIX, SANTIAGO ARCOS, Buenos Aires, 2012.
Miguel de Asúa

Informe especial. El saneamiento del Riachuelo

9 Un fallo de la Corte Suprema abrió el camino para que se elabore un plan de saneamiento de la cuenca del río Matanza-Riachuelo, un área –especialmente el tramo más cercano a la desembocadura de ese curso de agua en el Plata– ocupada desde antiguo por plantas industriales. Ese saneamiento plantea muchos desafíos, algunos de tipo técnico y eminentemente perceptibles por la vista y el olfato, y otros no tan apreciables pero no menos importantes, como los mecanismos político-administrativos y las consecuencias sociales de los necesarios cambios de uso del suelo.

12 **LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO MATANZA-RIACHUELO**
Martha Bargiela y Alicia Iorio

El río Matanza-Riachuelo es un caso emblemático en la Argentina de contaminación acuática. Esta tiene allí diversos orígenes, entre ellos, ganadería intensiva, cría de aves, agricultura, efluentes de industrias, aguas cloacales domésticas, aguas que escurren o se infiltran de basurales a cielo abierto y efluentes contaminados de desagües pluviales, que actúa en distinta proporción según qué tramo del río se considere.

16 **LOS DESAFÍOS POLÍTICOS E INSTITUCIONALES DEL SANEAMIENTO DEL RIACHUELO**
María Gabriela Merlinsky

La Corte Suprema abrió el camino para instalar el saneamiento de la cuenca del río Matanza-Riachuelo como asunto público. Lo hizo por sus decisiones en un proceso complejo, en el que intervinieron muchas instituciones y cuyo resultado aún no es definitivo. Una de las facetas de ese proceso es la búsqueda de nuevas interacciones entre los actores políticos y de nuevas formas institucionales para manejar un área en que rigen múltiples jurisdicciones.

21 **SANEAMIENTO Y RENOVACIÓN URBANA**
María Mercedes Di Virgilio

Más allá de las cuestiones ambientales en que todo el mundo piensa cuando oye hablar del saneamiento del Riachuelo, emprender esa tarea requiere necesariamente renovar amplios sectores urbanos. Para hacerlo bien se requiere establecer una política urbanística que considere, entre otras, cuestiones inmobiliarias, económicas, de tránsito y de diseño arquitectónico, pero que no omita el objetivo central de mejorar la vida cotidiana de la gente y facilitar convivencia social.

ARTÍCULO

25 **RESIDUOS PLÁSTICOS**
Élida B Hermida

Los plásticos de origen petroquímico, desde las bolsas de supermercado hasta las botellas de bebidas, forman aproximadamente el 15% en peso de los residuos domiciliarios de la ciudad de Buenos Aires. Su carácter no biodegradable y la dificultad de usarlos como materia prima para fabricar otro producto (es decir, de reciclarlos) los han convertido en basura omnipresente y en un formidable contaminante visual del paisaje en la ciudad y el campo. Cinco conceptos ayudan a encarar este trastorno: reemplazar, reducir, reutilizar, reciclar y recuperar. Pero, ¿hay algo con qué reemplazarlos?

EL PASADO EN IMÁGENES

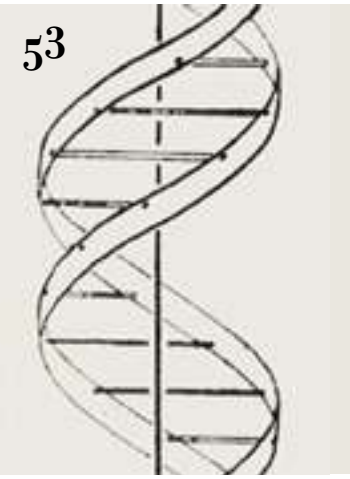
30 **EL RIACHUELO**

La historia visual del Riachuelo, de la que se presentan algunas imágenes en esta sección, ilustra variados aspectos de la evolución urbanística y tecnológica de Buenos Aires. El sinuoso curso de agua de llanura que a duras penas ofrecía refugio para las naves de las épocas coloniales se convirtió con el tiempo en puerto de ultramar, vía de transporte y sumidero de residuos para las industrias instaladas en sus orillas, además de dolor de cabeza ambiental para los pobladores y las autoridades actuales.

CIENCIA EN EL AULA

40 **¿CUÁN ERRANTE EN TORNO A LA TIERRA SE DESPLAZA EL SOL?**
Alejandro Gangui

El Sol sale exactamente por el este y se pone exactamente por el oeste en cualquier lugar de la Tierra solo dos días por año, aproximadamente el 21 de septiembre y el 21 de marzo, durante los equinoccios, en que en todas partes del planeta el día y la noche duran doce horas. La nota explica por dónde sale y se pone el Sol durante los otros 363 días, y propone usar en el aula un sencillo instrumento para ayudar a los alumnos a entender las razones de lo anterior. También sugiere que la discusión de este tema con los estudiantes puede estimularlos a aventurarse por otras cuestiones matemáticas o científicas.



ARTÍCULO

45 **EL GIRO JUDICIAL DE LA POLÍTICA EN LA DEMOCRACIA ARGENTINA**
Lucas Martín

Las decisiones de las ramas ejecutiva y legislativa de los tres niveles de gobierno –nacional, provincial y municipal– son con creciente frecuencia objetadas ante la Justicia por particulares, por políticos y por organizaciones de la sociedad civil, que alegan lesiones a los derechos y las libertades de los ciudadanos, más allá de los tradicionales recursos judiciales de empresas o personas por pretendidos agravios privados. ¿Es esto una interferencia indebida de la esfera judicial sobre la política? ¿O es una mutación de la democracia que busca su legitimación ante la opinión pública?

ARTÍCULO

53 **EL DESCUBRIMIENTO DE LA ESTRUCTURA DEL ADN**
Relatado por Francis Crick a su hijo Michael
Alberto R Kornblihtt

Francis Crick y James Watson publicaron en 1953 uno de los artículos más influyentes de cuantos salieron en revistas científicas en el siglo XX, que, entre otras cosas, llevó a que los autores ganaran el premio Nobel de medicina de 1962. Antes de mandar a *Nature* el manuscrito de ese artículo, el primero explicó en una carta a su hijo de doce años en qué consistía el descubrimiento que él y su colega habían hecho.

CIENCIA Y SOCIEDAD

50 **¿POR QUÉ CAMBIAN LA TEXTURA Y EL COLOR DE LOS VEGETALES QUE COCINAMOS?**
Mariana Koppmann

Para la mirada científica, las preparaciones culinarias son ante todo una serie de transformaciones fisicoquímicas. Entenderlas permite evitar resultados indeseados y asegurar que se materialicen los deseados, como, en este caso, que se conserven los colores y la consistencia de los vegetales que se cocinan.

62 ÍNDICE DEL VOLUMEN 22

Números del 127 al 132

Otra vez el Riachuelo

En el editorial del número 115, de febrero-marzo de 2010, expusimos una serie de consideraciones sobre la contaminación del Riachuelo, a la que –en el año del bicentenario de la Revolución de Mayo– calificamos en el título de esa pieza de 'Un problema (casi) bicentenario'. Señalamos entonces que tan temprano como mediados de la década de 1810 se instalaron en sus márgenes diversos saladeros de carne vacuna que vertían desechos en las aguas. Hacia fines de la década de 1860 un decreto determinó el cierre de esos saladeros *por razones higiénicas*: por aquellos años la prensa se refería con frecuencia al *color sanguinolento del río, los olores fétidos, el burbujeo de sus aguas y la mortandad de peces*, evidencias de la *grave corrupción* de sus aguas.

Otras industrias, sin embargo, reemplazaron a los saladeros, con lo que la contaminación no disminuyó: posiblemente haya aumentado a lo largo del siglo XX. Es así como en nuestro editorial de entonces sostuvimos que el Riachuelo tenía el nefasto honor de contarse entre las vías de agua más contaminadas del planeta.

Interrogándonos sobre la posibilidad de revertir ese fatídico estado de cosas, afirmamos que una de las primeras lecciones de la bicentenaria historia del río es que 'las soluciones no se pueden establecer por simple vía legislativa o por disposición de una autoridad, incluso de una autoridad legítima, con jurisdicción y competencia en la materia'. Y agregamos: 'Que la Corte Suprema ordene al Poder Ejecutivo poner en práctica una pronta y efectiva solución al problema no conducirá, sin más, a resolverlo, pero puede servir de estímulo a emprender la marcha'.

Reexaminando la cuestión tres años después, nos parece que esta última frase merece algunas consideraciones adicionales. Si bien es estrictamente cierto que las sentencias de la Corte no conducirán *sin más* a la eliminación del trastorno, creemos que al haberlas puesto en la mera categoría de *estímulo* omitimos arrojar luz sobre una faceta que nos parece oportuno traer ahora a la atención del lector.

Al hablar de las dificultades de resolver el problema, dijimos que 'es parte de una compleja trama de decisiones individuales e intereses económicos que interactúan en un marco político y normativo determinado'. De ahí en más comentamos, entre otros temas, las consecuencias de lo que llamamos 'decisiones orientadas legítimamente al beneficio económico de personas, empresas u otras organizaciones' y sostuvimos que la contaminación solo podría revertirse si se cambiara la relación de costos y beneficios que se derivan de esas decisiones, es decir, si 'contaminar se hiciera más costoso y no hacerlo, más beneficioso'. Y concluimos que 'lo mismo vale para el comportamiento de la población como consumidores, en particular para cosas como el manejo de las aguas servidas y los residuos domiciliarios'.

Cuatro artículos que se publican en este número ponen la cuestión en un contexto más amplio. Tres de ellos salen bajo el título general de 'El saneamiento del Ria-

chuelo', mientras que el cuarto –que no trata centralmente ese tema sino que se ocupa de nuevas relaciones entre decisiones políticas y judiciales– nos da pie para comentar la faceta de la intervención de la Corte Suprema que venimos de mencionar.

Esos artículos argumentan, por un lado, que no se trata de sanear solo las aguas, pues la contaminación también abarca los lodos del lecho del río y muchas zonas de la cuenca, en especial las aguas subterráneas y los suelos. Por eso, el concepto a aplicar es el de saneamiento integral de la cuenca del río Matanza-Riachuelo, lo que además de la necesidad de tomar medidas técnicas que eliminen las sustancias químicas contaminantes incluye la de renovar amplios sectores del territorio que están hoy urbanizados. Para hacer esto adecuadamente se requiere establecer una política urbanística que considere, entre otras, la densidad de ocupación y el uso del suelo, la vivienda o, más ampliamente, las cuestión inmobiliaria y su economía, el tránsito y los medios de transporte, los servicios de provisión de energía, agua y desagües y el diseño urbano y arquitectónico, pero que no pierda de vista en ningún momento el objetivo central, que es mejorar la vida cotidiana de la gente y facilitar convivencia social.

Se advierte, en consecuencia, que la tarea por delante es singularmente compleja. Tiene, en adición, la característica, propia de tales situaciones y comentada en el editorial anterior, de que el todo es diferente de la suma de las partes. Por ello, solo se puede esperar tener éxito si se ponen en marcha mecanismos que hagan participar en las instancias de análisis y decisión de cada uno de los aspectos mencionados a todas las jurisdicciones administrativas y políticas responsables de ellas, y si se logra que coordinen sus labores y marchen en la misma dirección. Eso, por otra parte, solo se obtendría si una buena mayoría de la población apoya la iniciativa, y si el sistema político alinea sus decisiones con los anhelos de esa mayoría.

Las decisiones de la Corte Suprema, en última instancia, abrieron el camino para que se pueda avanzar hacia esa coordinación en un área en la que legítimamente deben participar diversas reparticiones del gobierno nacional, del de la provincia de Buenos Aires y del de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, más los municipios de trece particos bonaerenses. Su intervención, además, se ubica en la línea analizada con herramientas conceptuales de la ciencia política actual en el cuarto artículo mencionado, que lleva el título 'El giro judicial de la política en la democracia argentina'.

Ese giro judicial, por otro lado –que excede el asunto del saneamiento del Matanza-Riachuelo y se advierte en muchas otra cuestiones–, lleva a preguntarse si estamos ante una nueva forma de ejercer la división de poderes contenida desde los orígenes de la república en la tradición constitucional argentina, o si se trata de algo distinto. Esta faceta de la innovadora actuación de la Corte Suprema merece ser analizada con más detención.

Cartas de lectores

Ciencia Hoy en el aula

He encontrado que el artículo 'Mamíferos carnívoros terrestres de América del Sur', publicado en el número 130 de Ciencia Hoy, constituye un excelente material para trabajar en el aula con mis alumnos de sexto año del secundario. El texto no solo explica de manera clara y detallada la morfología de los carnívoros placentarios y esparasodontes; permite además ponerlos en su ambiente y relacionarlos con otros seres vivos, con el clima y con los fenómenos geotectónicos. Ilustra, con comentarios, dibujos y fotografías, el concepto de evolución convergente en la fauna sudamericana, lo que es muy difícil de encontrar en los textos, plagados de ejemplos clásicos que se repiten y, generalmente, son de otros continentes. Resulta complicado para el docente de biología encontrar material bibliográfico accesible a los alumnos sobre la evolución de especies sudamericanas o del territorio hoy argentino. El artículo también proporciona un excelente ejemplo de cómo una hipótesis clásica puede ser refutada a partir del análisis de evidencias científicas, e ilustra el principio de que el conocimiento científico es provisional y está sujeto a revisiones. También pone en valor el trabajo de los científicos locales y la necesidad de someter a prueba hipótesis influidas por la ciencia del hemisferio norte.

Mónica Gerena
Colegio Dr Pedro Carande Carro
Villa Carlos Paz, Córdoba

Miguel de Asúa

Sandra Gasparini

Espectros de la ciencia

Fantasías científicas de la Argentina del siglo XIX

Comencemos esta reseña por el final. Si se repara en los agradecimientos del libro, se advierte que están firmados en Villa Sarmiento, localidad utópica, si las hay, en el sentido etimológico del término: no aparece en ninguna parte y su única pretensión a la fama es haber albergado la quinta de Gaona donde Borges y Bioy encontraron el camino a Uqbar y que el cuento, de modo equivocado, sitúa en Ramos Mejía. Parecería que este es un buen lugar para escribir un libro sobre fantasía científica. Porque de eso se trata *Los espectros de la ciencia* (por un insólito azar, habito desde hace medio siglo la mencionada Villa y el lugar sin lugar de los que nos interesamos por estos temas).

Este es un libro que importa. La autora se plantea una tesis sobre la caracterización e historia de un género literario en nuestro país. *Expulsada del canon de la literatura argentina*, dice el texto, *la fantasía científica es precisamente ese objeto imperfecto y proteico que la gran mayoría de las sistematizaciones ha ignorado* (p. 282). A partir de este erguido desafío del canon, quien ignore el género y esta historia lo hará a su cuenta y riesgo.

El libro está basado en una tesis de doctorado, que por su extensión y profundidad se parece más a lo que era el *doctorat d'État* francés, escrito como culminación de la carrera, que a su primo menor, el anémico doctorado del tercer ciclo. Gasparini se mueve entre el material literario e histórico de fuentes y la literatura secundaria con soltura y agilidad. Este conocimiento por capilaridad, producto de una dilatada gestación y una larga lectura, es el fundamento de la riqueza de matices y referencias del texto y del constante desplazamiento del punto de fuga del análisis. Si uno no lo conociera, igual adivinaría el inmenso trabajo detrás del libro. Pero sabemos que la autora editó tres volúmenes con textos de Eduardo Holmberg (1852-1937): *El tipo más original*, en colaboración con Claudia Román (2001), *Dos partidos en lucha* (2005) y el *Viaje a Misiones* (2012). Es esta conjugación del trabajo siempre arduo de edición y de la reflexión histórico-crítica lo que le otorga a esta última un carácter genuino y una autoridad espontánea. El libro que presentamos tiene la densidad de más de una década y en su curso Gasparini se transformó en una especialista insoslayable en Holmberg y sus circunstancias.

Sandra Gasparini, *Espectros de la ciencia. Fantasías científicas de la Argentina del siglo XIX*, Santiago Arcos, Buenos Aires, 2012.

La primera parte del libro es teórico-crítica: introducción, un capítulo sistemático sobre la fantasía científica como género literario y otro sobre la fantasía científica y la institucionalización de la ciencia en la Argentina, sobre el que tendremos algo más que decir. La segunda parte es histórica: sus dos capítulos centrales, dedicados a Holmberg, están precedidos por los prolegómenos de la tradición literaria que se estudia y seguidos por un entramado ecléctico que va de lo fantástico a lo utópico. Hay un final, que es una lectura de lecturas y el epílogo, además de resúmenes argumentales de cada una de las obras analizadas y una bibliografía.

La presencia de lo que el libro menciona como repertorio (el conjunto de referencias extratextuales que determinan el texto) es muy fuerte y cristaliza en el capítulo 3, que recorre las interfaces entre el género que es motivo del libro y sus condiciones de producción y recepción. Dice la autora: *En este capítulo se buscará articular la emergencia de la fantasía científica con el proceso de institucionalización de la ciencia en la Argentina finisecular, de modo que será considerado el papel central de la difusión de las ideas transformistas darwinianas,*

la proyección de un nuevo modelo de científico y la formulación más general, en las ficciones, de nuevos actores capaces de liderar el proceso modernizador (p. 44).

Esto toca un asunto crucial de nuestra historia cultural durante la segunda mitad del siglo XIX. En ciertos medios académicos en nuestro país, es habitual que se use la expresión *cultura científica* para referirse al pensamiento positivista, de tanta influencia en nuestro medio. Esta designación no estaría del todo mal, si con el positivismo no hubiera coexistido el inmenso fenómeno que fue la constitución de la ciencia moderna en nuestro país, la de los ingenieros de la Sociedad Científica, la de Puiggari y Arata, las de los agrónomos belgas de Santa Catalina y los estadounidenses de la Oficina Meteorológica Nacional y los alemanes de Córdoba, la de los dos museos y los dos observatorios, la del microscopio de Pirovano y el movimiento higienista, la de los mapas de Olascoaga y las expediciones de Fontana, en fin, la de Ameghino y, por supuesto, la de Holmberg. Si hubo una cultura científica fue *esta*. La retórica positivista fue otra cosa.

Para captar el alcance de todo esto hay que decidirse a incursionar en las aguas no siempre amigables de la historia de la ciencia. Y esto es lo que Gasparini hace en el capítulo 3 de su libro, donde contribuye a restablecer el foco de la investigación en los actores y las cuestiones que importan: el canon que *Espectros de la ciencia* corrige no es sólo el literario sino también el histórico-científico. Ante una historia de la ciencia que ignora la ciencia, es la historia de la literatura la que viene a reparar ese olvido. Esta aparente paradoja no es tal. La ciencia del 80 era una unidad de la que la discursividad de la fantasía científica –entre otras– formaba parte constitutiva, tal como la visualidad de los museos, la materialidad de las colecciones de historia natural, la dimensionalidad del territorio y la polaridad de muchas de sus contradicciones. Con recomendable sentido histórico, *Espectros de la ciencia* recupera y asimila, desde la distancia crítica, toda la complejidad del proyecto que estudia.

Con su tesis de 1999 y sus trabajos, Graciela Salto se había dedicado a los médicos. Ahora Sandra Gasparini se ocupa de los naturalistas. Entre las dos hicieron con la ciencia de la segunda mitad del siglo XIX en la Argentina lo que Marjorie Nicolson hizo con la Revolución científica y lo que Gillian Beer logró con Darwin, es decir, poner sobre la mesa la complicada trama de préstamos y transferencias de significados entre la práctica y el discurso científico, entre la ciencia y la sociedad que la sostiene, entre la imaginación, las teorías y sus procesos de verificación, en suma, contribuir a desestabilizar las fronteras entre ciencia y literatura.

Dos son los aspectos a destacar en este sentido. Gasparini subraya *la funcionalidad de la fantasía científica, género en los márgenes, a la hora de introducir nuevas ideas vinculadas a la tecnología y a la ciencia* (p. 102). En efecto, el pensamiento evolucionista ingresó en nuestro país a través de la literatura, en este caso la de Holmberg. Dice el texto: Dos partidos *es, indudablemente, una novela que hace trampa: Holmberg inaugura la fantasía científica argentina haciendo un uso estratégico del género* (p. 99). Este fenómeno no es aislado ya que, como hemos señalado y discutido en su momento, la teoría de la relatividad fue presentada en sociedad entre nosotros por Lugones, como vehículo de sus convicciones teosóficas.

La autora afirma también que *La fantasía científica resultó una forma literaria apropiada tanto para discutir un nuevo paradigma científico como para bosquejar el perfil de sus voceros y artífices locales* (p. 98). En efecto, *Espectros de la ciencia* es una contribución valiosa al estudio de estos personajes. Holmberg y sus contemporáneos Francisco Moreno (su primo) y Florentino Ameghino constituyeron una *troika* empeñada en una toma de los espacios de poder entonces ocupados por Burmeister. El lado discursivo de esta estrategia consistió en instalar una oposición entre una ciencia natural extranjera, cientificista y antievolucionista, y otra argentina, accesible al público y transformista. Tuvieron éxito: Moreno se instaló en el Museo de La Plata, Ameghino llegó, al final de su vida, a ser director del Museo de Buenos Aires, y Holmberg fue el primer director del zoológico de Sarmiento.

Juan José Parodiz, un destacado especialista argentino en moluscos que se desempeñó muchos años en el Museo de Historia Natural Carnegie, en Pittsburgh, cuenta la siguiente historia. Una década antes de morir, Holmberg había depositado sus colecciones en una gran pieza de su casa de la calle Cerrito, cerca del Colón. Las puertas fueron selladas con lacre. Cuando Holmberg murió, una comisión del Museo (de la que Parodiz formaba parte) fue a abrir la bóveda y se encontró con que, por una filtración del techo, todas las colecciones habían quedado reducidas a moho, a cenizas, a nada. Lo que encontraron fue un escenario digno del gabinete de algún personaje holmbergiano: en una atmósfera de vaho sepulcral, se revelaban a los ojos de los visitantes esqueletos de aves y mamíferos, un esqueleto de recién nacido (Holmberg era médico, al fin de cuentas), las cajas de zinc del herbario del viaje a Misiones llenas de un líquido negruzco, un muestrario de bastones, miles de cajas de fósforos usadas para guardar insectos de los que solo quedaban algunos apéndices, cuadernos de apuntes de formato prismático (más altos que anchos), muchos ejemplares de la revista humorística parisina *Le Rire*, libros pornográficos, estatuas de Venus y de la victoria de Samotracia. Este es el mundo del que surgieron los *Espectros de la ciencia*, los despojos del enrarecido universo que incubó lo que Gasparini llama 'la conjura de los sabios'.

En un artículo de hace unos años, señalaba que son los lugares de prestigio académico los que habilitan la formulación de preguntas de largo alcance, de temas de investigación ambiciosos y significativos. *Espectros de la ciencia* de Sandra Gasparini demuestra que tal empresa puede acometerse también desde la utopía. CH

El saneamiento del Riachuelo

Los fallos de la Suprema Corte de Justicia, emitidos en respuesta a una demanda iniciada en 2004 por un grupo de residentes de Avellaneda, pusieron en marcha un proceso de saneamiento ambiental de la cuenca del río Matanza (que adquiere el nombre de Riachuelo en su tramo inferior, en el que la Capital Federal es ribereña).

La contaminación de las aguas del Riachuelo es bien conocida y data de largo tiempo, pero no es el único trastorno ambiental del área, pues el deterioro también alcanzó las aguas subterráneas y los suelos, y configuró, hasta donde se lo puede afirmar en ausencia de estudios epidemiológicos sistemáticos, un serio problema de salud pública.

Las últimas décadas fueron testigo de varios intentos de mejorar la situación, de alcances limitados algunos, y razonablemente exitosos, como la eliminación de naves en desuso y estado de abandono del tramo final del río; y de ambiciones amplias otros, e invariablemente fracasados, no tanto por la complejidad técnica del problema, que no es menor pero tiene soluciones conocidas, sino –se puede conjeturar– por un cúmulo de circunstancias políticas y administrativas en un área parcelada en varias jurisdicciones y carente de una autoridad que pudiese coordinar las decisiones y la acción de organismos de los tres niveles estatales y de variadas competencias.

La intervención de la Corte Suprema abrió el camino hacia la solución de ese dilema institucional. Sin embargo, más allá de la lucidez y las buenas intenciones de los magistrados, y de la por todos reconocida necesidad de recuperar la calidad ambiental del Riachuelo como un bien público, su saneamiento genera tensiones sociales en un contexto en el cual los barrios de la Capital y los municipios bonaerenses ubicados sobre las márgenes del río experimentan fuertes transformaciones.

Los artículos que siguen explican en qué consiste y de dónde proviene la contaminación, y analizan algunos factores que explican las mencionadas tensiones sociales. CH

San Antonio de Areco
Exaltación de la Cruz
Carmen de Areco
San Andrés de Giles
Escobar
Tigre
Río de la Plata
Pilar
San Fernando
San Isidro
Malvinas Argentinas
José C Paz
Vte. López
Luján
San Miguel
San Martín
3 de Febrero
Hurlingham
Moreno
Gral. Rodríguez
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Ituzaingó
Morón
Mercedes
Avellaneda
Merlo
La Matanza
Lanús
Suipacha
Quilmes
Lomas de Zamora
Marcos Paz
Florencio Varela
Alte. Brown
Ezeiza
Esteban Echeverría
General Las Heras
Pte. Perón
Navarro
Cañuelas
San Vicente
Lobos
Brandsen

Referencias
- Río Matanza - Riachuelo
- Río Reconquista
- Río Luján
- Cuenca del Luján
- Cuenca del Reconquista
- Cuenca del Matanza - Riachuelo
- Límites de municipios

te Castro
Floresta
Vélez Sarsfield
Villa Luro
Flores
Parque Chacabuco
Boedo
San Cristóbal
Constitución
San Telmo
Av. Alte. Brown
Boca
Parque Patricios
Av. Regimiento de Patricios
Barracas
Nueva Pompeya
Av. Vélez Sarsfield
Parque Avellaneda
Av. Sáenz
Mataderos
Av. Cnel. Esteban Bonorino
Villa Soldati
Avellaneda
Villa Lugano
Lanús
Villa Riachuelo
Av. Gral. Paz
Lomas de Zamora
La Matanza

Puentes sobre el Riachuelo
- Principales avenidas
- Riachuelo

1. Puente de la Noria (General Paz).
2. Valentín Alsina (Av. Sáenz).
3. Ingeniero Brian (calle Zavaleta).
4. Victorino de la Plaza (Av. Vélez Sarsfield).
5. Bosch (calle Coronel Bosch).
6. FCSur (calle Monseñor de Andrea).
7. Ferrocarril a Ensenada (calle San Antonio).
8. Pueyrredón viejo (calle Vieytes).
9. Pueyrredón nuevo (autopista 9 de Julio).
10. Trasbordador Urquiza (Av. Regimiento de Patricios).
11. Barraca Peña (entre Irala y Melo).
12. Trasbordador Sáenz Peña (calle Garibaldi).
13. Trasbordador Avellaneda (Av. Almirante Brown).
14. Nicolás Avellaneda.
15. Autopista a La Plata.

Vista aérea del Riachuelo cerca de su desembocadura. En primer plano, la autopista a La Plata; luego el puente Nicolás Avellaneda (con el borde de la calzada rojo) y detrás de este, el viejo trasbordador del mismo nombre. Más atrás, la Vuelta de Rocha y, pasando el segundo recodo del curso, el antiguo puente ferroviario Barraca Peña. Adviértase el color oscuro de las aguas en primer plano, indicador de una mayor contaminación que las también contaminadas aguas costeras del Plata. Foto *instrumentalism.wordpress.com*

EL SANEAMIENTO DEL RIACHUELO - LECTURAS SUGERIDAS

AAVV, 2011, *Población de Buenos Aires*, vol. 14, Dirección de Estadística y Censos, Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

AZUELA A, 2006, *Visionarios y pragmáticos. Una aproximación sociológica al derecho ambiental*, Instituto de Investigaciones sociales, UNAM, *México*.

BARGIELA M *et al.*, 2006, 'Fracción de metales solubles en sedimentos del cauce del río Matanza', *Revista de la Facultad de Agronomía*, 26, 1: 31-37.

–, RENDINA AE y FABRIZIO de IORIO AR, 2005, 'Especiación de metales por resinas de intercambio en aguas superficiales de la cuenca del río Matanza', *Revista de la Facultad de Agronomía*, 25, 1: 21-30.

DOUROJEANNI A, JOURAVLEV A y CHÁVEZ G, 2002, *Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica*, CEPAL-ECLAC, *Santiago de Chile, accesible en http://www.eclac.cl/drni/publicaciones/xml/5/11195/lcl1777-P-E.pdf.*

EDITORIAL, 'El Riachuelo: un problema (casi) bicentenario', Ciencia Hoy, 20, 115:4-5, febrero-marzo de 2010.

GALLARDO LANCHO JF (*ed.*), 2006, *Medioambiente en Iberoamérica. Visión desde la física y la química en los albores del siglo XXI*, 3 tomos, Sociedad Iberoamericana de Física y Química Ambiental, Badajoz.

HAJER M, 1995, *The Politics of Envrionmental Discourse*, Clarendon Press, Oxford.

HERZER H (ed.), *Barrios al sur: renovación y pobreza en la ciudad de Buenos Aires*, Café de las Ciudades, Buenos Aires.

JONES G & VARLEY A, 1999, 'The reconquest of the historic centre: urban conservation and gentrification in Puebla, Mexico', *Environment and Planning A*, 31: 1547-1566.

RENDINA A *et al.*, 2001, 'Formas geoquímicas de metales pesados en sedimentos del río Matanza y principales afluentes', *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 3, 1: 33-39.

SCHILL M & NATHAN P, 1983, *Revitalizing America´s Cities. Neighborhood Reinvestment and Displacement*, State University of New York Press, Albany.

VARNI M, ENTRAIGAS I y VIVES L (*eds.*), 2010, *Hacia la gestión integral de los recursos hídricos en zonas de llanura*, Editorial Martín, Buenos Aires.

Martha Bargiela
Alicia Iorio
Facultad de Agronomía, UBA

La calidad del agua del río Matanza-Riachuelo

La composición química del agua de los ríos está determinada por diversos factores, entre ellos, la lluvia, las descargas de contaminantes que sufren, los procesos biológicos que acontecen tanto en la columna de agua como en los lodos del cauce, el agua que escurre del área de drenaje y la que ingresa de las napas freáticas en épocas de bajo caudal.

Como resultado de la erosión natural de rocas y suelos, todos los cuerpos de agua contienen sedimentos o partículas sin disolver: las muy finas permanecen suspendidas en el agua por meses, las más gruesas se depositan rápidamente en el fondo.

Las aguas dulces contienen sustancias disueltas, que resultan esenciales para el crecimiento normal de muchas formas de vida, pero en concentraciones por encima de ciertos niveles (llamados *niveles guía*) pueden ser dañinas. Por otro lado, los distintos usos de la tierra en una cuenca fluvial pueden condicionar la calidad del agua del río, debido a los efluentes que producen.

Los sedimentos depositados en el lecho de los ríos constituyen un registro de los procesos ocurridos en la columna de agua. Dependiendo de su composición y de la capacidad de retenerlos del fondo del cauce, pueden convertirse en fuentes de contaminación. Su capacidad contaminante no solo es función de la cantidad de sustancias potencialmente nocivas presentes, de su movilidad y de su persistencia; también se relaciona con la *biodisponibilidad* de esas sustancias, es decir, la posibilidad de que causen algún efecto sobre los seres vivos, positivo o negativo. Además, se pueden producir cambios en el ambiente geoquímico del lecho, tanto naturales como de origen humano, lentos o rápidos, algo que puede favorecer la liberación de contaminantes acumulados, que se reincorporan entonces al agua circulante. Por lo dicho, para medir la contaminación de un río, en adición a analizar la calidad del agua, es importante conocer la composición química de los sedimentos del fondo, cuyas condiciones fisicoquímicas resultan influidas por, entre otras cosas, la presencia de materia orgánica y de actividad bacteriana.

El río Matanza-Riachuelo es uno de los casos emblemáticos de contaminación acuática de la Argentina. La fisonomía ambiental original del río resultó completamente alterada por el desordenado proceso de ocupación de su cuenca, en la que se distinguen tres zonas de características diferentes: la cuenca baja, coincidente con el Riachuelo, altamente urbanizada, abarca desde la desembocadura de este en el Plata hasta el puente de la Noria; la cuenca media, periurbana o en vías de urbanización, va desde dicho puente hasta las confluencias de los arroyos Chacón y Cañuelas; y la cuenca alta, rural, que todavía muestra condiciones ambientales satisfactorias, se extiende desde esas confluencias hasta el nacimiento del río. Hace ya siglo y medio el río causó uno de los primeros debates sobre contaminación ambiental en la Argentina, que sostuvieron los dueños de saladeros, autoridades nacionales, médicos y químicos (véase Birocco CM y Cacciatore LC, 2007, 'Saladeros, contaminación del Riachuelo y ciencia entre 1852 y 1872', Ciencia Hoy, 17, 101: 48-59, octubre-noviembre).

En la extensión entre las nacientes del río y el km 25 medido desde la desembocadura, el curso fue artificialmente rectificado, pues atravesaba una zona de bañados. Aguas arriba de allí, los principales contaminantes provienen de la producción animal en corrales o galpones, de plantas elaboradoras de productos lácteos y de la agricultura, a los que se suman algunas industrias, principalmente frigoríficos y curtiembres que vuelcan en el río, sin tratar, la mayor parte de sus efluentes. Aguas abajo del km 25 también llegan al río efluentes industriales sin tratar, pero la mayor contaminación se origina en aguas cloacales domésticas, en las que escurren o se infiltran basurales a

¿DE QUÉ SE TRATA?

¿De dónde proviene, en qué consiste y por qué procesos se produce la contaminación del río Matanza-Riachuelo y de su cuenca?

EL RÍO

El Matanza-Riachuelo fluye con una orientación general de sudoeste-noreste a lo largo de 81km y en forma de sinuosos meandros. Recoge el drenaje superficial de las aguas de una cuenca de aproximadamente 2240km², con unos 64km de longitud y un ancho medio de 35km. Recibe el aporte de numerosos cursos menores de diverso tamaño, cuyos recorridos totalizan 510km.

Entre sus principales tributarios se destacan los arroyos Morales, Cañuelas, Aguirre y Ortega. El más importante en el territorio de la ciudad de Buenos Aires es el arroyo Cildáñez, en la zona de Mataderos y Lugano, que se encuentra rectificado y parcialmente entubado.

La naciente del Matanza es la confluencia de los arroyos Castro y de los Pozos, en el partido bonaerense de Cañuelas. Aguas abajo del puente de la Noria, donde cambia el nombre de Matanza por el de Riachuelo, forma el límite entre la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y los partidos provinciales de Lomas de Zamora, Lanús y Avellaneda. El desnivel verificado entre su naciente y su desembocadura en el Plata alcanza los 35m.

El caudal medio anual del río, medido en la estación Autopista, es de 7,02m³ por segundo; en ocasión de una crecida importante pero no extrema el caudal registrado fue de 1325m³/seg. Entre esos caudales, la superficie del agua ascendió 7,73m: pasó de la cota de 1,43m sobre el nivel del mar a la de 6,16m.

La sinuosidad de su recorrido, propia de un río de llanura, causada por la baja pendiente, en especial en la planicie aluvial que bordea el Riachuelo, unida a las mencionadas oscilaciones en la altura de las aguas, fueron el origen de recurrentes y extensos anegamientos y han dado lugar a la formación de numerosas lagunas, bañados y meandros abandonados. En ese tramo inferior, en la actualidad solo quedan la laguna Soldati y una ubicada dentro del Autódromo, parcialmente modificadas, como evidencia de esa morfología.

Hoy la cuenca Matanza-Riachuelo es asiento de una población de entre de 3,5 y 4 millones de habitantes distribuidos en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y los partidos bonaerenses de Almirante Brown, Avellaneda, Lomas de Zamora, La Matanza, Lanús, Cañuelas, Ezeiza, Las Heras, Marcos Paz, Merlo, Esteban Echeverría, Presidente Perón y San Vicente.

cielo abierto, en efluentes contaminados de desagües pluviales y en otras fuentes difusas.

Los contaminantes más destacados del Matanza-Riachuelo son materia orgánica, que es el más importante en la cuenca alta, y metales pesados, que dominan en la cuenca media y en el Riachuelo. Esta situación resulta preocupante dado que sus aguas drenan directamente en el Río de la Plata, que constituye la fuente de abastecimiento de agua potable de buena parte de la región metropolitana. (Apuntemos, de paso, que el concepto de metales pesados carece de una definición científica aceptada, pero se usa en ausencia de otro mejor.)

Instalaciones industriales en las orillas del Riachuelo.

La materia orgánica presente en aguas naturales muestra espectro continuo de tamaños, desde moléculas pequeñas, pasando por macromoléculas y agregados, hasta organismos. La materia orgánica en forma de partículas se define arbitrariamente como la fracción retenida por un filtro con poros de entre 0,5 y 1 micrómetros. Las fluctuaciones de los sólidos en suspensión en los sistemas fluviales afectan el carbono orgánico total, que consiste tanto de carbono disuelto como del que se encuentra en partículas en suspensión. Usualmente se observa entre el primero y el segundo una proporción de entre 6 a 1 y 10 a 1, excepto durante inundaciones o cuando las aguas están muy turbias, en que dominan las partículas en suspensión y la relación disminuye. Esta disminución también puede significar contaminación con materia orgánica nueva.

La materia orgánica que encontramos en los cursos de la cuenca tiene características diferentes en función de la actividad humana de los alrededores. En la cuenca alta pro-

viene sobre todo de residuos de organismos que viven en los arroyos, en especial de fitoplancton y zooplancton, además de originarse en establecimientos agropecuarios intensivos como *feedlots*, tambos y granjas de pollos, que son fuente de materia orgánica poco degradada.

En la zona periurbana, la aparición de basurales a cielo abierto trae nuevos compuestos orgánicos que forman parte de residuos domésticos, muchos sintéticos y algunos ajenos a los sistemas biológicos (llamados *xenobióticos*), presentes en detergentes, emulsionadores y conservantes. En esa zona también encontramos materia orgánica que escurre hacia el cauce de los suelos de los alrededores. La lenta velocidad del río en esa zona aguas arriba de la rectificación permite el depósito y la acumulación de materia orgánica en los sedimentos del fondo.

Por su lado, la alta contaminación del Riachuelo incluye materia orgánica llevada por la escorrentía de los suelos, desechos de organismos acuáticos y una alta proporción de hidrocarburos y de compuestos biológicos producto de la actividad humana, los que podrían usarse como indicadores de contaminación antropogénica.

La cantidad de oxígeno disuelto en el agua está relacionada con la intensidad de la contaminación orgánica. Ya en la cuenca media se puede encontrar prácticamente un estado de anoxia, es decir, se miden valores cercanos a cero miligramos de oxígeno por litro de agua. Un ambiente sin oxígeno influye en el comportamiento de otros contaminantes, como nitrógeno (encontrado como amonio) y azufre (encontrado en forma de sulfuros), y resulta importante para la retención en los sedimentos del cauce de los metales pesados, otro componente principal de la contaminación.

Más del 90% de los metales pesados se encuentra por lo general en material particulado en suspensión y en los sedimentos, retenido en arcillas, carbonatos, óxidos de hierro y manganeso, sustancias orgánicas como ácidos húmicos, organismos vivos como algas y bacterias, y, en ambientes reducidos, en sulfuros. La reoxidación de sedimentos sin oxígeno puede producir variaciones en los metales, lo que es capaz de afectar su movilidad y biodisponibilidad. Por esta razón es importante no solo conocer las concentraciones totales de metales pesados en los sedimentos sino, también, determinar en qué forma se encuentran. Ello se hace tomando y analizando muestras en diferentes lugares del cauce.

Como podría suponerse, la contaminación por metales pesados varía desde prácticamente ausente en las zonas más alejadas de la cuenca hasta intensa hacia la desembocadura del Riachuelo. Por ejemplo, se encontraron en el cruce del arroyo Morales con la ruta 3 cantidades de co-

Nacientes del arroyo Morales, tributario del río Matanza, que corre por el paisaje rural de la pampa ondulada característico de la cuenca alta de ese río.

bre, plomo, níquel y cinc que superan los niveles guía para la protección de la vida acuática establecidos por la ley 24.051 de residuos peligrosos (que son, respectivamente, de 2, 1, 25 y 30 millonésimas de gramo por litro de agua). Datos tomados en 2009 y 2010 en el puente de la Noria muestran, además, fuerte contaminación por cromo, mayor que el nivel guía de 2 microgramos por litro.

Es esperable que en ambientes con alto potencial reductor (potencial de adquirir electrones), elevado tenor de materia orgánica y bajo contenido de humus, como los de la cuenca baja, el cromo se encuentre en el estado de oxidación con menor movilidad y toxicidad, llamado *forma trivalente*. La alta concentración de cromo registrada en diferentes sitios del Riachuelo podría deberse tanto a la descarga de efluentes de la industria del curtido como a la mayor estabilidad de dicha forma.

Mediciones tomadas en los sedimentos del fondo llevan a concluir que en la cuenca baja la contaminación por cromo, cobre y cinc reflejaría descargas históricas. El pH de esos sedimentos y las condiciones favorables a la sedimentación en determinadas zonas favorecerían la estabilidad de los metales pesados.

El efecto de la lluvia sobre la calidad del agua del río es variado. Se ha encontrado que diluye metales como cinc y cobre, e incrementa la concentración de plomo y cromo, lo segundo porque los procesos de reoxidación de las aguas favorecen la disolución de sales antes insolubles. Pero sobre los sedimentos del Riachuelo, por su elevado contenido de sulfuro y de metales pesados, la lluvia no produce el efecto de disolución observado en los de otros cursos fluviales.

Los sedimentos del cauce y el agua que contiene interactúan fuertemente con el cuerpo de agua por encima de ellos. Ese intercambio se ha incorporado en los modelos matemáticos de simulación con los que se analiza la calidad de agua, cuyos resultados hacen pensar que se encuentra en aumento. Las características de los sedimentos más contaminados, que están en la cuenca media y en el Riachuelo, dominan la aparición de compuestos organometálicos disueltos en la columna de agua en forma independiente de lo que podía haber en esta; lo mismo acaece con la disponibilidad de metales para los organismos acuáticos. Sedimentos sucios generan aguas sucias. CH

El Riachuelo bajo el puente Avellaneda, cerca de su desembocadura en el Plata. Foto *La Voz de Pro,* Dock Sud.

Toma y rotulado de muestras de agua en el Riachuelo.

Martha Bargiela

Licenciada en ciencias químicas, Facultad de Ciencia Exactas y Naturales, UBA.
Profesora adjunta, Facultad de Agronomía, UBA.

Alicia Iorio

Doctora en ciencias, Universidad de Vigo.
Profesora titular, Facultad de Agronomía, UBA.

María Gabriela Merlinsky
Instituto de Investigaciones Gino Germani,
Facultad de Ciencias Sociales, UBA

Los desafíos políticos e institucionales del saneamiento del Riachuelo

Deterioro ambiental en el Gran Buenos Aires

La región metropolitana de Buenos Aires concentra el mayor poder político y económico de la Argentina. Es el principal centro financiero, el mayor mercado de producción y consumo, reúne el 50% de la mano de obra industrial y el 55% del PBI del país. Su actividad económica, su estructura administrativa y sus políticas urbanas son el soporte de la vida de cerca de quince millones de habitantes, que diariamente utilizan su infraestructura de transporte, sus servicios de salud y educación, sus deportes y esparcimiento.

En su territorio se utilizan recursos naturales y se generan alteraciones ambientales que afectan el bienestar y la salud de las personas. En una gran aglomeración, si el Estado no interviene con acierto en la gestión y el uso de dichos recursos, la presión humana supera rápidamente la capacidad de los sistemas naturales de regenerarse. En esas circunstancias aparecen los problemas ambientales. Y eso, efectivamente, aconteció, en especial en la cuenca del Matanza-Riachuelo.

Una de las causas de esos problemas, que ocasiona la contaminación de aguas superficiales y subterráneas, es el vertido en el río –o en la red de desagües pluviales que desemboca directamente en este– tanto de líquidos cloacales como de efluentes industriales. A ello se suma el eventual desborde de cloacas troncales y el escurrido o infiltración de agua de basurales, que lleva contaminantes disueltos.

La contaminación se produce por la introducción en los sistemas naturales de elementos extraños a ellos, generalmente producto de la actividad humana. Puede ser permanente o transitoria, dependiendo de la cantidad y el tipo de elementos introducidos, y de la capacidad del ambiente de incorporarlos a los ciclos naturales y asimilar los cambios que así se producen en estos. Superados ciertos umbrales de contaminación, se está ante la degradación ambiental, por la que los ecosistemas pierden en mayor o menor medida algunas de sus características. Ejemplo de degradación ambiental es la pérdida del oxígeno disuelto en aguas de ríos o lagos, y la consiguiente incapacidad de estos de albergar muchos tipos de vida acuática.

Es conocido que los ingresos y la riqueza de los habitantes de la ciudad están distribuidos en forma desigual. Las inequidades entre grupos sociales van acompañadas por grandes diferencias de oportunidades en la ocupación del territorio. Esto marca otra dimensión de la desigualdad, que a veces pasa inadvertida: es la injusticia ambiental, por la que los daños originados en la contaminación se concentran desproporcionadamente en los sitios social y económicamente relegados.

Los fenómenos que causan esos trastornos se acumulan a lo largo de décadas como amenazas por bastante tiempo invisibles, pues están bajo tierra en forma de líquidos cloacales o efluentes industriales, en el aire como gases o partículas, y en los cursos de agua como sustancias disueltas o en suspensión. Los ciudadanos solo toman cuenta de su presencia cuando aparecen las primeras alteraciones de su salud o su bienestar. La contaminación y hasta degradación

¿DE QUÉ SE TRATA?

Más que las dificultades técnicas y el costo, el mayor impedimento para sanear el Riachuelo-río Matanza y recuperar la calidad del ambiente de su cuenca está constituido por los obstáculos políticos y de gestión que las prácticas institucionales tradicionales son incapaces de sortear. Con su intervención innovadora, la Corte Suprema indicó cómo hacerlo y abrió nuevos rumbos para las políticas públicas ambientales.

Embarcaciones pesqueras en la costa del Riachuelo en La Boca, ca. 1970.

de los cursos de agua de la región metropolitana y de sus cuencas constituyen un ejemplo elocuente de lo dicho. Usados como sumidero de todo tipo de desechos industriales y domiciliarios, los ríos se han ido deteriorando hasta perder sus características químicas y biológicas naturales.

El desafío de la recomposición ambiental

En la región metropolitana de Buenos Aires existen tres grandes cuencas hídricas, más otras menores cuyas aguas escurren por arroyos urbanos entubados o aún visibles. Las primeras corresponden a los ríos Matanza-Riachuelo, Reconquista y Luján. La riqueza hídrica de la región hizo posible el crecimiento histórico de la ciudad. El enorme caudal de agua dulce que fluye por el estuario del Plata, traído principalmente por el Paraná y el Uruguay, generó la imagen ilusoria del agua como un recurso ilimitado para el consumo humano y para eliminar desechos.

Los límites geográficos de esas cuencas hídricas no coinciden con los de las divisiones políticas y administrativas del mismo territorio. Por eso, uno de los mayores desafíos que enfrenta la gestión hídrica para establecer y ejecutar una política de recuperación ambiental es coordinar la acción de múltiples áreas de gobierno de los tres niveles que contempla el orden constitucional argentino: nacional, provincial y municipal. No es tarea simple, dadas las diferentes prioridades de cada nivel de gobierno y la existencia de conflictos políticos.

La debilidad y hasta ausencia de coordinación de las administraciones metropolitanas dificultaron o imposibilitaron evaluar todas las consecuencias, incluidas las ambientales, de las grandes obras de infraestructura, de la gestión de los residuos sólidos urbanos, de la provisión de agua y saneamiento, de los riesgos para la salud pública, etcétera. Además, no lejanas acciones de recuperación ambiental, por ejemplo el plan de los mil días que lanzó una conocida funcionaria de la década de 1990, quedaron en la memoria como ejemplos paradigmáticos de promesas incumplidas por las autoridades.

Otras circunstancias históricas y actuales también constriñen las posibles acciones de recuperación ambiental de las cuencas de la región. Históricamente, la actividad industrial tendió a ocupar las zonas relativamente bajas y la residencial buscó las altas. En las dos últimas décadas, el proceso de cambio y adecuación de la red vial –en especial, la construcción de autopistas– y la proliferación de nuevas urbanizaciones

Viviendas precarias y orillas insalubres del Riachuelo.

cerradas no han respetado sanos criterios de conservación ambiental y de manejo hídrico. Así, se ha producido la ocupación de áreas tradicionalmente agrícolas y de humedales, los que sufrieron profundos cambios en el paisaje.

En los municipios del conurbano bonaerense, particularmente en la cuenca baja del Reconquista y en el Riachuelo, la regulación de los usos del suelo casi siempre fue inadecuada, y resultó insuficiente la inversión en infraestructura pública. Los sitios en los que estos déficits son más marcados son también aquellos que albergan a la población más pobre, cuyas autoridades tienen menor poder financiero y cuyos pobladores deben enfrentar las consecuencias más gravosas de la degradación ambiental, porque han reunido desde siempre y siguen concentrando el grueso de las industrias contaminantes.

En materia residencial, la ocupación de nuevas áreas siguió principalmente dos patrones. Por un lado están las operaciones mercantiles destinadas a grupos con mayor o menor capacidad adquisitiva, sobre todo los que tienen ingresos medios y altos. Por el otro, la población que no puede acceder al mercado de tierras ocupa áreas de escaso valor económico que, entre otras, suelen ser las inundables, los basurales a cielo abierto o aquellas cuyos suelos están contaminados. Para los más pobres vivir en un hábitat contaminado no es una elección. Si bien en los últimos años se ha reactivado la política de vivienda social, todavía es muy grande el déficit en esta materia. Es especialmente escaso el suelo urbano de calidad con el que garantizar el derecho a la vivienda de las poblaciones que viven en sitios ambientalmente degradados.

Complejidad en los problemas ambientales de la cuenca Matanza-Riachuelo

La cuenca del Matanza-Riachuelo comprende catorce municipios bonaerenses: Almirante Brown, Avellaneda, Cañuelas, Esteban Echeverría, Ezeiza, La Matanza, Lanús, Las Heras, Lomas de Zamora, Marcos Paz, Merlo, Morón, Presidente Perón y San Vicente, además de varios barrios del sur de Ciudad Autónoma de Buenos Aires situados en las comunas 4 y 8.

Tienen jurisdicción en ese territorio, por un lado, el gobierno nacional, por tratarse de una vía navegable, y por el otro tanto el de la provincia de Buenos Aires como el de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, ya que el dominio de los recursos naturales es constitucionalmente de los estados provinciales. Múltiples organismos de cada uno de esos niveles estatales son competentes en diversas materias. Los municipios bonaerenses del área tienen injerencia sobre el ordenamiento del suelo y el control de actividades contaminantes dentro de sus respectivos límites.

En adición a lo anterior, los problemas ambientales de la cuenca del Matanza-Riachuelo resultan de un contexto caracterizado por:

- Déficit de infraestructura sanitaria. Cerca del 30% de las viviendas no posee conexión a red de agua y el 57% no accede al servicio de cloacas. Esto genera contaminación del suelo y el agua por intrusión de efluentes cloacales. Un estudio realizado en 2009 estimó que el 53% de los hogares se encuentra en situación de vulnerabilidad sanitaria. Lo indicado pone a esta población en alto riesgo relativo de contraer intoxicaciones, diarrea, cólera, hepatitis, hepatitis A y otras dolencias.
- Contaminación por efluentes industriales. Hoy las industrias vierten desechos en los ríos en cantidades desproporcionadas a la capacidad receptora de estos. La mayoría de las veces lo hacen sin permiso, o con permisos que no tuvieron en cuenta esa capacidad receptora. Durante 2012, el organismo interjurisdiccional Autoridad de la Cuenca Matanza-Riachuelo hizo un censo de los establecimientos industriales del área. Empadronó más de 20.000, de los cuales unos 11.000 correspondieron a industrias manufactureras, y consideró contaminantes a unos 1400. Muchos de estos liberan compuestos tóxicos, como metales pesados (plomo, mercurio, cinc). Si bien los efluentes industriales no dominan en volumen, son los más nocivos por su toxicidad.
- Basurales clandestinos. Se localizan, a cielo abierto, sobre todo en los bordes del río. Durante 2011 se relevaron 360 de ellos. Suelen ser la fuente de subsistencia de muchos desocupados, que ganan algún dinero separando materiales reciclables de los desechos, aunque ello signifique un peligro para su salud.
- Ausencia de adecuadas normas de zonificación en materia de uso del suelo. Ello ha facilitado que se localizasen industrias contaminantes linderas con sectores residenciales.
- Población alojada en viviendas precarias. Se estima que en la cuenca del Matanza-Riachuelo hay unas 500.000 personas viviendo en asentamientos, villas de emergencia y barrios informales. La mayoría se concentra en los municipios de La Matanza, Lanús y el sur de la ciudad de Buenos Aires, en el tramo inferior del río, donde hay mayor deterioro ambiental. Los que viven más cerca de las márgenes de cursos de agua o de establecimientos industriales contaminantes están más expuestos a contraer enfermedades de origen ambiental.
- Existencia de un área de alto riesgo. Ubicado próximo a la desembocadura del Riachuelo, en la margen derecha del río, el polo petroquímico Dock Sud es un parque industrial de 380 hectáreas que alberga 42 empresas. Constituye un área de alto riesgo ambiental por la presencia de combustibles y productos químicos. En su proximidad residen cerca de 1300 familias en el barrio conocido como Villa Inflamable.

La intervención de la Corte Suprema de Justicia

En junio de 2004, un grupo de habitantes de Villa Inflamable, junto con otros pobladores del municipio de Avellaneda, presentaron una demanda a la Corte Suprema de Justicia reclamando resarcimiento por daños sufridos a causa de la contaminación del Riachuelo. También solicitaron el saneamiento del ambiente deteriorado y la creación de un fondo para financiarlo. El sufrimiento ambiental de esos vecinos llevaba muchos años y había sido documentado en 2003 por un estudio epidemiológico realizado por la agencia japonesa de cooperación internacional JICA, que constató anormales concentraciones de plomo en la sangre de los niños de Villa Inflamable.

Los nombrados accionaron contra el Estado nacional, la provincia de Buenos Aires, la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y 44 empresas. Los autos fueron caratulados 'Mendoza, Beatriz Silvia y otros c/ Estado Nacional y otros s/ daños y perjuicios (daños derivados de la contaminación ambiental del río Matanza-Riachuelo)'. Para más datos sobre el tema, consulte el lector las páginas de internet *http://www.cij.gov.ar/riachuelo.html*, *http://www.farn.org.ar/participacion/riachuelo/index.html* y *http://www.acumar.gov.ar/ informacionPublica_causa_mendoza.php*.

La demanda argumentó el carácter colectivo del derecho al ambiente sano, según los artículos 41 y 43 de la Constitución Nacional. Reclamó el saneamiento de la cuenca como requisito para reparar el daño a la salud de los habitantes, según los artículos 27, 28 y 30 de la ley 25.675 (Ley General del Ambiente), para la cual quienes producen un daño ambiental deben repararlo y es responsabilidad del poder público controlar que lo hagan. También sostuvo que las empresas contaminadoras no pueden quedar exentas de responsabilidad.

En 2006, la Corte aceptó parcialmente la demanda. Declinó intervenir en el reclamo de compensación por daños a personas e indicó que fuera presentado ante el juez federal correspondiente al domicilio de los actores. Pero retuvo para sí la cuestión de los daños colectivos, sobre la que declaró su competencia originaria en virtud de tratarse de recursos ambientales interjurisdiccionales que son bienes públicos, y también por ser partes demandadas el Estado nacional y la provincia de Buenos Aires. En estos términos, declaró su competencia originaria y encomendó a los gobiernos con jurisdicción en la cuenca la elaboración de un plan integral de saneamiento y recomposición ambiental, que abarque la limpieza de las aguas del Riachuelo, del aire y de los suelos, y estableció que el asunto se discuta en audiencias públicas. Al exigir la realización de dicho plan en forma coordinada entre las jurisdicciones, puso en el centro de la escena la falta de instituciones que permitan gobernabilidad ambiental metropolitana.

Se celebraron cuatro audiencias públicas, en que las partes acusadas pudieron presentar descargos y en que también intervinieron la Defensoría del Pueblo y varias organizaciones no gubernamentales de defensa del ambiente en calidad de terceros en la causa. En julio de 2008, la Corte dictó sentencia por la que ordenó poner en práctica políticas públicas concretas en materia ambiental, les fijó plazos y estableció sanciones en caso de su incumplimiento. Dejó en manos de un juez federal la ejecución de su sentencia y puso el control de esa ejecución en manos del Defensor del Pueblo, de la Auditoría General de la Nación y de las mencionadas entidades defensoras del ambiente.

Por su parte, el Estado nacional respondió al planteo de la corte con la creación en noviembre de 2006 del mencionado ente interjurisdiccional Autoridad de la Cuenca Matanza-Riachuelo (ACUMAR), el que, a seis años de ser establecido, logró hasta cierto punto modificar las relaciones entre los diferentes niveles de gobierno del área metropolitana.

La ejecución de la sentencia pasó al juzgado federal de primera instancia de Quilmes, y se puso en marcha un innovador mecanismo control, con metas y plazos de cumplimiento. Quedó a cargo de la Auditoría General de la Nación el control del presupuesto, y en manos de un cuerpo colegiado (compuesto por la Defensoría del Pueblo y las

Antiguo puente ferroviario Barraca Peña, construido en 1913 por el entonces Ferrocarril Sud. Prácticamente en desuso.

Costa del Riachuelo. Foto *integrar.bue.edu.ar*

organizaciones no gubernamentales indicadas) el control de los avances del plan. En los últimos años, se siguió convocando a audiencias públicas para evaluar esos avances. En octubre de 2012, ante acusaciones por corrupción en el juzgado, la Corte separó al juez de la causa.

La historia relatada demuestra que problemas ambientales complejos como la recuperación de una cuenca hídrica requieren acuerdos políticos fundamentales y planes de largo plazo. Al mismo tiempo, no están exentos de conflictos entre los actores sociales, que tienen intereses contrapuestos con relación a los recursos naturales.

La nueva visibilidad de los asuntos ambientales

Si el conflicto ambiental del Riachuelo tomó visibilidad es porque, con la causa judicial, se volvió un asunto político que se procesa por la Justicia. En derecho, este tipo de causas se llaman *estructurales*, y tienen la característica de que los tribunales no pueden resolverlas por una orden simple, ya que el origen de la violación reside en prácticas o en políticas sistemáticas.

La exigencia de sanear el Riachuelo impuso la necesidad de modificar el funcionamiento institucional, en particular el ejercicio de la autoridad interjurisdiccional y el cometido de los poderes públicos en la regulación y el control de las actividades económicas. Para que el derecho al ambiente sano se pueda ejercer, es necesario alterar el *statu quo* existente.

La intervención de la Corte Suprema, al abrir un nuevo capítulo en la sinuosa historia del Riachuelo, no solo provocó la coordinación y la acción conjunta de entidades hasta entonces encerradas dentro de límites de diferentes jurisdicciones y competencias; también puso la política ambiental en la agenda de los gobiernos municipales. Impulsó igualmente la toma de conciencia por parte de la sociedad de que el ambiente es un bien público, con lo que los problemas ambientales pasaron a ser parte de los reclamos de diferentes organizaciones sociales.

En adición, la acción de saneamiento de la cuenca del Matanza-Riachuelo proporcionó la oportunidad para que la Defensoría del Pueblo y las entidades no gubernamentales de defensa del ambiente que fueron incorporadas a la causa pudiesen llevar adelante un innovador trabajo coordinado en el control de la ejecución de la sentencia.

La Corte exigió desde el inicio poner en marcha un sistema digital de información pública, que llevó a mejorar el caudal de conocimientos disponibles para diagnosticar y evaluar los desafíos de la recuperación ambiental. Sin embargo, todavía falta un programa de investigación, que incluya realizar estudios de largo plazo sobre la evolución de los ecosistemas y, especialmente, el monitoreo de objetivos móviles, es decir, de factores de evolución rápida vinculados con el uso de la tierra.

Finalmente, el proceso permitió una actualización del derecho. Tanto las normas constitucionales como la legislación ambiental más reciente ganaron existencia social, pues las partes en conflicto recurrieron a la ley para dirimir un asunto público de máxima relevancia.

La continuidad institucional

Las virtudes del proceso descripto, sin embargo, son insuficientes para impulsar un cambio institucional de largo plazo. Un punto débil es que los movimientos de base –las asociaciones territoriales, los vecinos afectados, los que viven en situaciones de peligro ambiental y vulnerabilidad social, etcétera– pueden ejercer limitada influencia, ya que carecen de mecanismos de participación en la política de saneamiento de la cuenca.

La literatura sobre gestión de cuencas coincide en señalar que el principal desafío en la materia, en los países iberoamericanos, es institucional y político. Toda crisis ambiental estalla en el marco de una organización social e institucional. Por definición, la gestión de cuencas significa manejar un conflicto de intereses contrapuestos, entre los cuales los que tienen mayor poder económico y político con frecuencia tienen limitado apego a la conservación ambiental, o la utilizan como medio para conseguir otros objetivos. Se pude concluir, por lo tanto, que un requisito para solucionar esas crisis es la creación de mecanismos de largo plazo que aseguren una sostenida y equitativa participación de todos los genuinos interesados. CH

María Gabriela Merlinsky

Doctora en ciencias sociales, UBA.
Doctora en geografía, Universidad de París VIII.
Profesora titular interina, Facultad de Ciencias Sociales, UBA.
Investigadora adjunta del Conicet.
merlinsk@retina.ar

María Mercedes Di Virgilio
Instituto de Investigaciones Gino Germani,
Facultad de Ciencias Sociales, UBA

Saneamiento y renovación urbana

Un pasado industrial

La expansión de Buenos Aires hacia el sur, más allá del parque Lezama y la estación Constitución, estuvo desde sus inicios dominada por actividades industriales y, concomitantemente, por el asentamiento de población ocupada en ellas. De ahí el nombre de Barracas que aún conserva un barrio de la Capital. Las costas del Riachuelo resultaban un área privilegiada para dichas actividades, por su cercanía al centro y por ser el río puerto natural, vía navegable, fuente de agua para las industrias y sumidero de residuos.

La extensión del ferrocarril a fines del siglo XIX e inicios del XX facilitó la dispersión residencial y promovió el desarrollo y vinculación con la Capital de pueblos como Barracas al Sur (hoy Avellaneda) y Quilmes, entre otros. La construcción de puentes sobre el Riachuelo agilizó ese proceso. Al mismo tiempo, las redes de servicios urbanos –electricidad domiciliaria, alumbrado público, agua potable y, de interés especial para esta nota, cloacas– crecieron en la ciudad a un ritmo y con una cobertura desigual. Mientras el centro y sus áreas adyacentes iban quedando bien servidos, los barrios periféricos se veían relegados. La ribera sur mantuvo esa condición periférica hasta bien entrado el siglo XX.

A la carencia de infraestructura de servicios se sumaba la decisión de las autoridades porteñas de instalar todo tipo de 'actividades insalubres' lejos del centro, en el sur y el sudoeste de la ciudad: el matadero en Parque Patricios y la quema de residuos en Nueva Pompeya. Un reglamento municipal sancionado en 1914 localizó las industrias según su peligrosidad: los barrios del sudoeste y Chacarita se llevaron la peor parte, ya que allí se permitió instalar las industrias más peligrosas. En dicho reglamento, Parque Patricios, Nueva Pompeya, Villa Urquiza y Villa del Parque fueron designados barrios industriales. Tales usos quedaron excluidos del centro y el norte de la ciudad. Así, cuando se levantó la quema de Nueva Pompeya, la basura se llevó al bajo de Flores, y para el matadero se eligió la zona del actual barrio de Mataderos.

La villa 21-24, sobre el Riachuelo en la Capital Federal. Foto Darío Alpern 2012, Wikimedia Commons.

¿DE QUÉ SE TRATA?

Sanear el Riachuelo-río Matanza implica hacer una renovación de sectores urbanos ubicados en su cuenca, y hacerlo plantea el desafío de establecer una política urbanística que vaya más allá del diseño de la ciudad y aborde el manejo integral del territorio.

Trabajos de limpieza de la costa del Riachuelo. Foto Secretaría de Información Pública

En ese marco, no es de extrañar que comenzaran a formarse barrios 'negros', es decir, aglomerados de viviendas precarias, sin servicios de agua, cloacas, electricidad o alumbrado público, en áreas inundables, tierras rellenadas y basurales. Crónicas de principios del siglo XX se refieren al desalojo de uno de esos barrios, el llamado 'de las Ranas', aledaño a la quema de basuras. Asimismo, retratan la vida en los conventillos que se extendían en barrios como La Boca.

La topografía de muchas tierras costeras del Riachuelo-Matanza, que las hace anegables, el uso del suelo predominantemente industrial y el asentamiento de múltiples y precarias formas de hábitat popular las mantuvieron a salvo de la especulación inmobiliaria para vivienda, aunque ello no excluyó desarrollos inmobiliarios privados como los loteos que dieron origen a los barrios de Soldati y Lugano. Años más tarde, a partir de la década de 1950, la decisión de localizar en las cercanías del Riachuelo (pero no solo allí) importantes dotaciones de vivienda social construida por el Estado puso otro freno a dichos desarrollos inmobiliarios privados.

La gran transformación

El panorama descripto se mantuvo con escasos cambios hasta aproximadamente 1990, momento en el que se inició la metamorfosis del área. El inmediato antecedente de esa renovación urbana fue el intento –solo parcialmente exitoso– de preservación del barrio de San Telmo, puesto en marcha hacia 1970. El concepto de preservación del patrimonio urbano guió la iniciativa, y llevó a la sanción de normas edilicias y de uso del suelo, más a algunas acciones oficiales, como la feria de antigüedades de la plaza Dorrego. Se produjo así la gradual instalación en un área reducida de talleres artesanales, anticuarios, restaurantes, etcétera, y fue cambiando muy lentamente la imagen de por lo menos una parte del barrio.

Una acción de mayor envergadura, lanzada en 1993, fue la reconversión del antiguo puerto de Buenos Aires, entonces casi en desuso, conocido por puerto Madero. El plan trazado requirió la creación de una empresa ah hoc –la Corporación Antiguo Puerto Madero–, para superar los obstáculos derivados de la superposición de jurisdicciones administrativas en el área, y abarcó la urbanización de aproximadamente 170ha, incluidas las tierras aledañas de la costanera sur.

La recuperación de la costanera sur y del puerto Madero extendió su influencia hacia la ribera del Riachuelo, en La Boca y Barracas, e incluso hacia la costanera norte, y dio posibilidades de expansión al área central de la ciudad, cuyas perspectivas de crecimiento eran muy restringidas por falta de espacio. Las importantes inversiones públicas requeridas fueron en parte financiadas con créditos de organismos como el BID, e incluyeron defensas costeras

contra inundaciones, pero por diversas razones quedaron sin ejecutar cruciales obras viales y de estacionamiento, así como mejoras en determinados lugares de la costa. Las inversiones privadas, de origen nacional y extranjero, llevaron a la radicación de viviendas, oficinas, comercios, locales gastronómicos y servicios culturales, todo claramente orientado a consumidores de altos ingresos.

Este marco pone en perspectiva las iniciativas de saneamiento del Riachuelo. Hace ver que, al promover una renovación de ese tipo, se dan pasos cuyas consecuencias exceden el campo estrictamente ambiental y afectan cuestiones de subdivisión y uso del suelo, localización de viviendas, asentamiento de población, perfil socioeconómico de los residentes y, en fin, todos los aspectos vinculados con un programa integral de ocupación del territorio. Uno de esos aspectos, en el que interviene la política –que para el Riachuelo abarca tanto la local como la provincial y la nacional– es el parcelamiento y la comercialización de la tierra, cuyos resultados económicos dependen de manera definitoria de las regulaciones estatales sobre loteo y edificación, de las inversiones públicas en infraestructura de servicios urbanos y de la operación de estos.

De hecho, la historia referida permite apreciar el papel relevante desempeñado por los gobiernos nacional y local en la renovación de distintas áreas de la ciudad de Buenos Aires. Del otro lado del Riachuelo, las acciones de los gobiernos municipal, provincial y aun nacional no se hicieron esperar. En Avellaneda, por ejemplo, avanzó a paso firme la reapertura del camino de sirga. Asimismo, la creación e instalación de la Universidad Nacional de Avellaneda, en 2010, revitalizó zonas próximas a la ribera cuya dinámica inmobiliaria estaba estancada, y recicló viejos edificios, como el antiguo mercado de abasto, en el que quedaron emplazadas dependencias de la universidad y un centro cultural municipal.

En esas mismas áreas el municipio encaró la erradicación de industrias contaminantes, lo mismo que la relocalización de personas precariamente alojadas sobre la costa del río u otros sitios. Así, también en 2010, trasladó a dieciocho familias que vivían en las proximidades del puente Bosch a viviendas sociales ubicadas en Villa Tranquila, donde desde 2004 la comuna invierte recursos propios y de programas nacionales –como el Plan Federal de Viviendas y el Programa Mejoramiento de Barrios– en urbanizar el área.

Consecuencias sociales de la renovación urbana

La transformación de zonas degradadas de la ciudad es sin duda un hecho positivo. Resulta para todos preferible vivir en una ciudad saludable, con mejores condiciones edilicias y mejores infraestructuras. Pero la renovación urbana no se reduce a las inversiones físicas. El urbanismo va más allá de lo que vemos en un barrio renovado o una ciudad nueva; excede los cambios visibles del paisaje urbano y los aciertos o desaciertos del diseño arquitectónico. Tiene consecuencias sociales que muchas veces no se prevén y que no siempre son positivas.

El caso de puerto Madero podría considerarse un caso benigno de omisión de los aspectos sociales de la renovación urbana. Benigno porque en el área no había población residente, algo que no sucede en Barracas, La Boca y demás zonas en ambas márgenes del Riachuelo-

Puente Valentín Alsina (antiguamente José Félix Uriburu). Viviendas precarias e instalaciones industriales. Foto Rotary Club de Londres, RU.

Puerto Madero, una reciente operación de renovación urbana en la que predominaron las consideraciones inmobiliarias y de diseño urbano por sobre las sociales. Dejando de lado asuntos inconclusos o mal resueltos en materia de transporte, tráfico y estacionamiento, el resultado es una atractiva área turística desprovista de la variada vida cotidiana de los barrios tradicionales.

Matanza. La renovación normalmente conlleva la relocalización de personas y, con frecuencia, en todos los países, el desplazamiento de sectores poco favorecidos de la población, por sus bajos ingresos, su condición de extranjeros, de minorías étnicas u otras causas.

La bibliografía internacional documenta *in extenso* la relación entre los procesos de transformación de áreas deterioradas de ciudades y las penurias padecidas por quienes sufren desplazamientos o desalojos. Esas penurias deben considerarse uno de los costos de los programas de renovación urbana aunque, por comparación con otros costos, sean difíciles de definir y aun más de medir.

Esos costos se generan cuando, contra su voluntad, un hogar se ve forzado a mudarse y no controla las circunstancias de su mudanza. A pesar de que puede disponer de la tenencia legal del inmueble, se ve obligado a abandonarlo porque la renovación del barrio cambia el entorno físico y económico, y llegan pobladores con mayores ingresos, distintas costumbres, más alto nivel educativo u ocupados en profesiones más prestigiosas que modifican las relaciones sociales, los lazos de vecindad del barrio y, fundamentalmente, el costo de la vida cotidiana. A veces arriba una población no residente atraída por actividades de esparcimiento, servicios culturales o interés turístico, y crea nuevos usos del espacio urbano que marginan los usos propios de las antiguas familias residentes. En algunos casos los desplazados pueden recibir pagos compensatorios que, posiblemente, amortiguan las penurias, pero no las hacen desaparecer. Es menos frecuente que los desplazados sean propietarios de sus viviendas y puedan beneficiarse con la valorización inmobiliaria.

Las características de algunas familias que habitan en ambas riberas del Riachuelo-Matanza las tornan particularmente vulnerables a los costos de desplazamiento. Muchas, por ejemplo, alquilan viviendas pero carecen de contratos escritos de alquiler, o no documentan el pago de este. Ello las expone a ser desalojadas en cualquier momento en forma legal. Son situaciones que normalmente afectan a los más pobres, en particular a los que viven en inquilinatos, pero no solo a ellos.

En la cuenca baja del Riachuelo, acciones escasamente articuladas en una política integral de manejo del territorio, tomadas a menudo por iniciativa de promotores inmobiliarios privados, han configurado un contexto de riesgo para muchas familias de bajos ingresos. Muchas carecen del dinero suficiente para hacer frente a las consecuencias de la renovación, o no reúnen las condiciones que les permitirían beneficiarse de los programas de vivienda social radicados en el área.

En síntesis, las consecuencias últimas del proceso de saneamiento de la cuenca del Riachuelo-Matanza dependerán de las condiciones sociales, económicas y políticas del contexto social más amplio, y de la vulnerabilidad muchas familias residentes. Pero habrá consecuencias sociales, porque la renovación urbana –y el urbanismo en general– no abarca solo cuestiones técnicas y de diseño arquitectónico sino, quizá principalmente, produce cambios en la vida de las personas. CH

María Mercedes Di Virgilio

Doctora en ciencias sociales, UBA.
Profesora adjunta, Facultad de Ciencias Sociales, UBA.
Investigadora adjunta del Conicet.
mercedes.divirgilio@gmail.com

Élida B Hermida
Universidad Nacional de San Martín

Residuos plásticos

¡Oh, la basura!

Encabezar un ranking puede constituir un galardón para quien lo logra o puede reflejar una condición que se preferiría ocultar. Lo segundo le cabe a la ciudad de Buenos Aires, por ser la cuarta del mundo en producción de residuos sólidos domiciliarios por habitante, después de México, Los Ángeles y Nueva York. La capital argentina genera 6000 toneladas diarias de tales residuos, cifra que incluye residuos domiciliarios, industriales, comerciales, sanitarios y de construcción o demolición. El cuadro muestra la composición estimada de esos residuos.

El área metropolitana de Buenos Aires en la que actúa la entidad Coordinación Ecológica del Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE), que entre otras cosas gestiona varios centros de disposición final de residuos, tiene una superficie de 8810 km^2 compartidos por la Capital Federal y 34 municipios del conurbano. Alberga a más de un tercio de la población argentina y produce el 40% de los residuos sólidos del país, que asciende a unas 450.000 toneladas mensuales. Desde 1978 se dispone de ellos en rellenos sanitarios, un recurso que permite reducir perjuicios ambientales, lo mismo que molestias y peligros para la salud de la población.

El llamado Complejo Norte III, por ejemplo, inaugurado en 1994 con una superficie de 60ha en el partido de San Martín, operó durante siete años, en los que recibió más de diez millones de toneladas de residuos. Al colmarse su capacidad, se le adicionaron 62ha en 2001 (que se colmaron en 2006), 82,5ha en 2005 (que se colmaron en 2010) y 100ha en 2008. La capacidad receptiva de esta última ampliación es de unas 18,6 millones de toneladas de residuos, que al ritmo actual de almacenamiento –aproximadamente 420.000 toneladas por mes– quedaría agotada en menos de cuatro años. Estas cifras indican la gravedad de la situación.

¿DE QUÉ SE TRATA?

Una categoría rebelde de basura domiciliaria de la que no sabemos bien cómo deshacernos está formada por empaques y envases de plástico. Para evitar los trastornos que nos causan, debemos reducir el uso de los primeros y reutilizar los segundos. Quizá en el futuro se pueda reemplazar los que resten por plásticos biodegradables, que hoy existen pero son prohibitivamente caros.

COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

Tipo de desecho	%
Desechos alimentarios	40,08
Plásticos	19,70
Papeles y cartones	18,43
Materiales textiles, madera, goma, cuero y corcho	4,58
Pañales descartables y apósitos	4,27
Residuos de poda y jardín	3,65
Vidrio	3,47
Materiales de construcción y demolición	2,02
Metales ferrosos y no ferrosos	1,56
Residuos peligrosos y patógenos	0,57
Aerosoles	0,36
Medicamentos	0,10
Pilas	0,03
Material electrónico	0,02
Misceláneos menores de 12,7mm	1,16
Total	**100,00**

Fuente: *Estudio de calidad de los residuos sólidos urbanos*, Facultad de Ingeniería (UBA) y CEAMSE, febrero de 2010.

Cuál es la vida útil de un relleno y qué hacer con los residuos cuando se colma son preguntas acuciantes que se plantean en todos los países. En 1988 se crearon en los Estados Unidos 8000 rellenos sanitarios; diez años después solo unos 2300 seguían habilitados: prácticamente tres de cada cuatro habían agotado su capacidad.

Se puede crear más centros de disposición final. Pero, ¿dónde? Nadie quiere tenerlos en su barrio, actitud conocida por *nimby* (*not in my back yard*, es decir, no en mi patio trasero). ¿Cuál es la alternativa? Si bien no hay solución mágica que haga desaparecer los residuos, hay acuerdo en que la mejor política es la llamada de las cinco erres: *reemplazar, reducir, reutilizar, reciclar y recuperar*.

A la luz de esa política, reemplazar productos descartables por otros que admiten múltiples usos, priorizar a los que tengan menor volumen de empaque o vengan en envases retornables y crear nuevas aplicaciones para productos en desuso constituyen sanas costumbres. Adoptarlas, es decir, reducir la producción de residuos, requiere hacer un esfuerzo educativo y tomar medidas económicas que apunten en esa dirección.

El reciclado no es solo una forma de reducir el volumen de residuos sino también –y fundamentalmente– una manera de ahorrar recursos naturales y energía. Reciclar vidrio ahorra más del 25% de la energía necesaria para producirlo nuevo; reciclar aluminio ahorra cuatro toneladas de bauxita por cada una de aluminio obtenido y un 95% de la energía que se hubiese requerido para arribar a la misma cantidad del producto nuevo.

Composición de los residuos domiciliarios

En peso, más de la mitad de los residuos domiciliarios del área metropolitana son materiales orgánicos. Una forma de reciclarlos es el compostaje, para usarlos como abono natural en la agricultura y la jardinería. En esta nota no entraremos en ese tema. El segundo lugar en la producción de residuos pertenece a papel y cartón, con algo menos del 20%; los recolectores informales de ellos, o cartoneros, los separan de otra basura y facilitan su reciclado. En tercer lugar, el 15% del peso de los residuos domiciliarios corresponde a materiales plásticos. Este valor, que en el gran Rosario es aun más alto, supera al promedio mundial, que es del 12,5%, estimado en 2002 por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Reducirlo sería importante.

Entre las bondades de los plásticos se destacan que son livianos, no son frágiles, pueden obtenerse transparentes y se pueden moldear en piezas complejas con buena terminación mediante procesos que no requieren temperaturas muy superiores a 200°C. Como contrapartida, no son biodegradables, esto es, no ingresan en el circuito de descomposición de la naturaleza: permanecen en el agua o el suelo y generan la denominada contaminación blanca. Y las consecuencias ambientales de su uso no solo se manifiestan al final de su vida útil sino, también –como las de todo bien–, en el momento de producirlos. Téngase presente que derivan de hidrocarburos, que son recursos naturales no renovables, y que la industria petroquímica responsable de su producción consume energía y también acarrea consecuencias ambientales.

Por otro lado, dichas buenas propiedades de los plásticos condicionan la posibilidad de reemplazarlos por otros materiales, que pueden no ser tan ventajosos. Un buen ejemplo de reemplazo en Buenos Aires, de reciente implantación, está constituido por las bolsas de los supermercados, de las que por año se usaban en la ciudad de Buenos Aires unos 1000 millones antes de que las grandes cadenas empezaran a cobrarlas a precio poco significativo. Con esta última medida, más el cambio obligatorio del tipo de bolsa para hacerlas más resistentes (de suerte que se usen también para residuos) y una campaña educativa, el gobierno de la ciudad intenta reducir dicha cifra a la mitad, además de fomentar su reutilización.

Materiales bioplásticos

¿Existe algún material con las propiedades mecánicas y de manufactura del plástico pero también biodegradable? La respuesta es sí: los materiales bioplásticos. Son plásticos producidos a partir de microorganismos, por ejemplo, bacterias u hongos, que sometidos a ciertas condiciones ambientales acumulan gránulos de esos plásticos como reserva de energía. También pueden sintetizarse bioplásticos en el laboratorio. En ambos casos están constituidos por macromoléculas que se pueden transformar, mediante la acción de microorganismos descomponedores, en moléculas pequeñas, como agua, dióxido de carbono o metano, capaces de integrarse en los ciclos de la naturaleza. Lo último es lo que conocemos por *biodegradación*. No son bioplásticos los polímeros convencionales como el polietileno, que se obtiene a partir de alcohol de caña, porque no son biodegradables.

Adviértase que el proceso de descomposición puede en sí mismo acarrear consecuencias ambientales adversas, como la liberación a la atmósfera de dióxido de carbono o metano, gases que contribuyen al efecto invernadero. De ahí que la conveniencia de recurrir a estos nuevos materiales requiere ser analizada caso por caso en comparación con las soluciones alternativas que pudiesen existir.

Los principales esfuerzos para producir bioplásticos se han venido realizando en Europa, Japón y los Estados Unidos, países a los que en los últimos años se unieron Australia, Brasil, China, India, Canadá, Corea y Taiwán, donde actúan empresas muy activas en este sector. Los envases y embalajes constituyen su mayor ámbito de aplicación. Algunas grandes cadenas comerciales los han empezado a utilizar para fruta, verdura y productos higiénicos en Francia, Gran Bretaña, Italia y los Países Bajos. La compañía norteamericana Nature Works, perteneciente a la multinacional Dow Chemical, es hoy el mayor productor mundial de plásticos biodegradables.

Un bioplástico es el PLA (*ácido poliláctico*), que se obtiene de la dextrosa del maíz, un azúcar vegetal sencillo. Se usa en capas de sellado térmico, etiquetas, bolsas de transporte, en reemplazo de películas de celofán, o para botellas y frascos rígidos. Otros bioplásticos pueden obtenerse mediante gelificación de almidón. La compañía italiana Novamont fabrica el bioplástico Mater-Bi a partir de almidones de maíz, trigo y papa; se usa en espumas, productos de higiene, juguetes y neumáticos de la empresa Goodyear. La firma BASF vende desde hace varios años Ecoflex, un material fabricado con almidón de maíz, papa y PLA. En 2011 Nestlé presentó en Gran Bretaña chocolates embalados en una bandeja de Plantic,

Acumulación de residuos plásticos. Luego de una de las frecuentes crecidas provocadas por el viento del sudeste, las márgenes de los ríos y riachos del delta del Paraná adquieren este aspecto.

una resina derivada del almidón y producida por una compañía australiana.

Los materiales bioplásticos también llegaron a sectores industriales distintos del de embalaje. Mitsubishi y Sony los emplearon en el Japón para carcasas de dispositivos electrónicos portátiles; Motorola lanzó una cubierta para teléfonos móviles que puede ser reciclada mediante la técnica del compostaje. Pioneer, Sanyo y Sony han desarrollado discos de almacenamiento electrónico de datos, y Fujitsu, Hewlett-Packard y NEC, carcasas de computadora. Sharp anunció que mezclará plásticos biodegradables con otros comunes tomados de equipos desechados para fabricar nuevos productos. En la actualidad, la cirugía de huesos ya utiliza como soportes placas o tornillos bioabsorbibles, esto es, que por acción de enzimas del organismo se degradan en sustancias no tóxicas para el paciente.

Los PHA

Otro grupo de bioplásticos es el de los PHA (*polihidroxialcanoatos*). Datan de 1926, cuando científicos del Instituto Pasteur produjeron en Francia un poliéster a partir de la bacteria *Bacillus megaterium*. El auge de los productos petroquímicos lo relegó al olvido, pero hacia 1973, por efecto de la crisis petrolera, recuperó interés, el que se esfumó cuando dicha crisis se disipó, aunque reapareció en tiempos recientes debido a las preocupaciones ambientales.

Los PHA son poliésteres de origen bacteriano. Las bacterias que los originan, en un medio caracterizado por presencia de oxígeno, alto contenido de azúcares –que son fuente de energía– y bajo contenido de nutrientes minerales como nitrógeno, fósforo, magnesio, potasio, azufre y otros, acumulan en su citoplasma, por fermentación aeróbica, PHA en forma de gránulos. Si bien hay más de 250 microorganismos capaces de sintetizar PHA, solo algunos tienen alta productividad y se emplean en la industria. El bioplástico se extrae tratando a la masa de bacterias con solventes orgánicos. Recurriendo a inyectoras y extrusoras típicas de la industria plástica, puede moldearse con calor para lograr su forma final.

Una vez que el producto de PHA termina su vida útil, se degrada por compostaje o en agua, por la acción de microorganismos que poseen las enzimas para transformarlo en sustancias como agua, dióxido de carbono o metano. Para que se produzca esa biodegradación, el medio debe cumplir ciertas condiciones favorables al crecimiento de los microorganismos, como presencia de agua y de nutrientes minerales, temperaturas entre 20 y 60ºC, y pH entre 5 y 8.

Mediante procedimientos de ingeniería genética se puede dotar de genes que sintetizan PHA a microorganismos o plantas sin esa capacidad en sus formas originales. Las plantas emplean sus propios hidratos de carbono para producir el bioplástico, en lugar de requerir el suministro externo, como ocurre con las bacterias. No obstante, de avanzarse con esta manera de producir bioplásticos, será importante recurrir ante todo a aquellas plantas que no sean aptas para alimento, ya que sería cuestionable afectar las fuentes alimentarias de la población o los animales para disponer de productos industriales.

Uno de los PHA más estudiados es el PHB (poli-3-hidroxibutirato), polímero biodegradable de moderada resistencia mecánica y regular cristalinidad. Puede procesarse de igual forma que un termoplástico de origen

Nuevos modelos de contenedores callejeros para los residuos domésticos de la ciudad de Buenos Aires.

petroquímico y sus propiedades son muy similares a las del polipropileno. Por su falta de toxicidad u otros efectos nocivos para los seres vivos, también puede utilizarse en aplicaciones médicas.

Otro PHA de origen bacteriano, llamado PHBV, se usó comercialmente por primera vez en 1990 en botellas moldeadas por inyección para el champú Sanara, de la firma alemana Wella. Por su costo, de 16 dólares por kilogramo, no resultó rentable, pero sirvió a la empresa para expresar preocupación por el ambiente y, a la vez, demostró la viabilidad técnica de manipular los bioplásticos con los equipos usados para termoplásticos petroquímicos. En el sur del Brasil, la empresa PHB Industrial produce PHA a partir de melaza de caña de azúcar, a razón de 10.000 toneladas anuales.

Según estudios de European Bioplastic, una asociación de empresas europeas, en 2010 la producción global de bioplásticos fue de 720.000 toneladas, con perspectivas de alcanzar 1,7 millones de toneladas en 2015. En 2010 los bioplásticos representaron aproximadamente el 0,3% de la producción mundial de todos los plásticos, dominada por los procesos petroquímicos. Si bien se trata de una rama incipiente, es una en muy rápido crecimiento, con una tasa promedio anual del orden del 20%. El mercado europeo muestra el mayor crecimiento en este tipo de plásticos.

Los poliésteres biodegradables han dado lugar a varias patentes, y a productos comerciales tanto de uso médico como industrial. Entre los primeros podemos mencionar a sustratos para cultivo de tejidos, placas y clavos para soporte óseo, dispositivos absorbibles para administración de drogas, suturas y extensores vasculares o *stents*. Entre las aplicaciones industriales se destacan los envases, el recubrimiento de semillas para administración controlada de herbicidas, los fungicidas, insecticidas y fertilizantes, y los compuestos biodegradables reforzados con fibras naturales.

En conclusión, si por lo menos parte del mencionado 15% de residuos de muy lenta degradación resultara reemplazado por estos materiales que se degradan más rápidamente (y si además las consecuencias ambientales de la producción y degradación de ellos no fuesen mayores que las de los plásticos petroquímicos), se habría avanzado en la dirección de mitigar los trastornos causados por la acumulación de residuos. CH

LECTURAS SUGERIDAS

BARENBERG SA *et al.* (eds.), 1990, *Degradable Materials, Perspectives, Issues and Opportunities*, CRC Press, Boca Ratón.

DOI Y & FUKUDA K, 1994, *Biodegradable Plastics and Polymers*, Elsevier, Amsterdam.

VERT M *et al.* (eds.), 1992, *Biodegradable Polymers and Plastics*, Royal Society of Chemistry, Cambridge.

Élida B Hermida

Doctora en ciencias físicas, FCEYN, UBA.
Profesora titular, UNSAM.
Investigadora independiente del Conicet en la Comisión Nacional de Energía Atómica.
ehermida@unsam.edu.ar

El Riachuelo

Hasta bien entrado el siglo XIX, el Riachuelo de los Navíos –como en diminutivo lo llamaron los primeros españoles que se establecieron en estas tierras– fue muy distinto del río actual. Como pequeño curso de agua de llanura, tenía un recorrido en extremo sinuoso, escasa profundidad y una salida al Plata obstruida por cambiantes bancos de sedimentos. No era un buen puerto natural para los mentados navíos, pero no había otro en las cercanías del Buenos Aires colonial. Después de la emancipación, cuando llegó el momento de dotar a la ciudad de un puerto moderno, fue el candidato natural a albergarlo, como pensaba el ingeniero Luis A Huergo, quien más entendía de la cuestión por entonces (pero se construyó en cambio el puerto Madero).

La metamorfosis del Riachuelo comenzó en la década de 1870, con su canalización y limpieza, así como el dragado de un canal de entrada. Hacia fines de esa década y durante la siguiente, el Riachuelo recibía regularmente barcos de ultramar, y tomó asimismo la función de vía de transporte para las industrias que se habían instalado aguas arriba en sus márgenes.

Pero mejores condiciones portuarias y cada vez mayor actividad en el río creaban un obstáculo progresivamente más serio al creciente tráfico terrestre entre la capital y su hinterland sur. Se puede decir que la historia del Riachuelo de fines del siglo XIX e inicios del XX, que muestran las imágenes de esta nota, es la de una competencia entre el ensanche, la rectificación del curso y la canalización del río, para facilitar su navegación, y la construcción de puentes para que lo atravesaran peatones, carros y ferrocarriles.

Esta sección se publica con el asesoramiento de Abel Alexander y Luis Priamo.

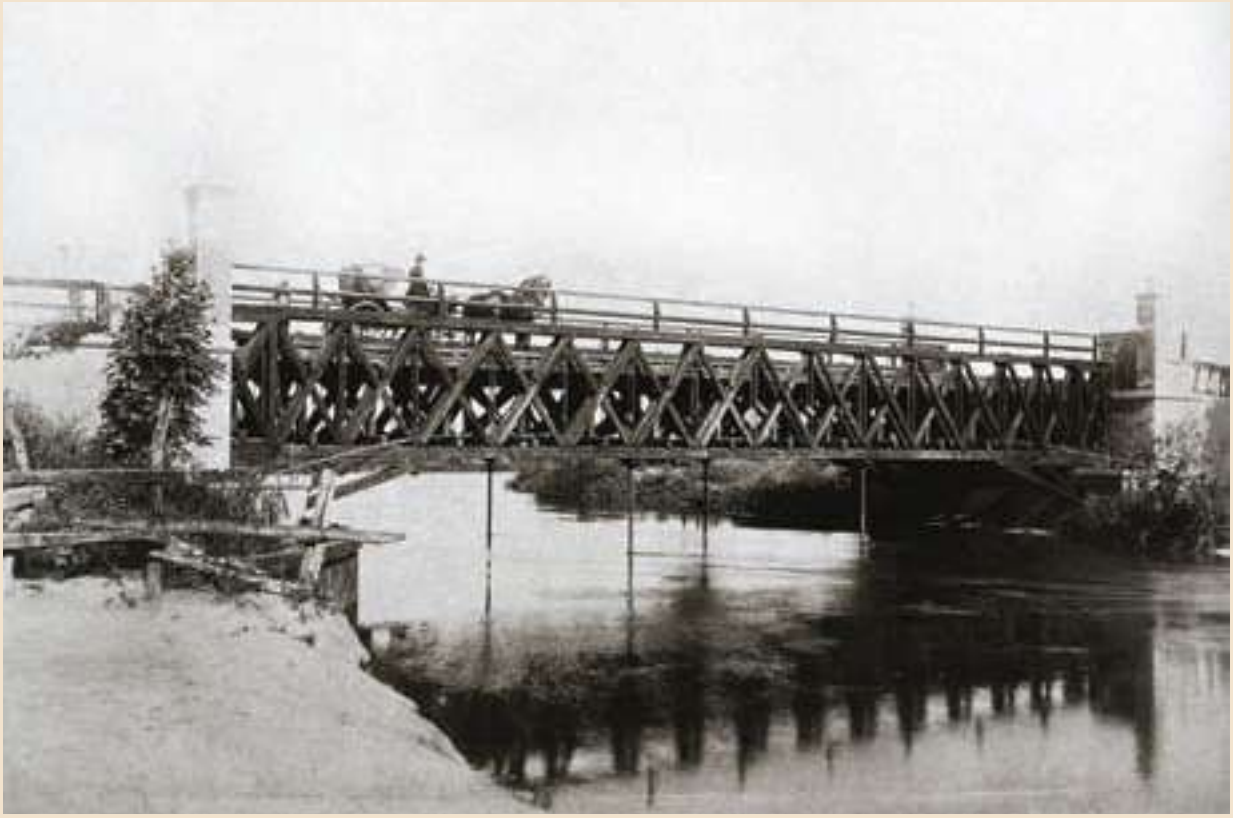
Vista del Riachuelo en las cercanías de la estación del mismo nombre del Ferrocarril del Oeste. Foto Antonio Pozzo 1875, Museo Nacional Ferroviario. Dicha estación, ubicada al final de la calle Zavaleta, en Nueva Pompeya, era la terminal de un corto ramal ferroviario, tendido en 1865, que partía de la estación Once de Septiembre y tomaba por las calles Loria, Oruro, Deán Funes y Zavaleta; esta última pasaba por la quema de basura y seguía hasta el Riachuelo. Un tren coloquialmente llamado el 'tren de la basura' cargaba residuos en un depósito ubicado en Rivadavia y Loria y los llevaba a la quema. Desde el Riachuelo, la empresa traía a su estación Once carbón de ultramar para sus locomotoras, cuya descarga de barcos podría mostrar la foto. El ramal tuvo también un intermitente servicio de pasajeros. Hacia 1890, la empresa construyó aproximadamente en el sitio fotografiado un puente sobre el río que le dio acceso al Mercado Central de Frutos, y proporcionó un vínculo con los mercados extranjeros para la producción rural del área bonaerense servida por el nombrado ferrocarril.

Barcos en el Riachuelo. Foto Christiano Junior ca.1875, negativo al colodión, AGN. Foto posiblemente tomada, mirando aguas abajo, de la margen izquierda del río, sobre la que un camino de sirga y caballos como los que se distinguen en la foto facilitaban el movimiento de las embarcaciones por una vía con condiciones muy restringidas para la navegación.

Puente del Ferrocarril a Ensenada. Foto Christiano Junior 1877, negativo al colodión, AGN. Inaugurado en 1872, cruzaba el Riachuelo en Barracas, a la altura de la calle San Antonio. Duró hasta 1884, cuando lo tumbó una crecida y fue reemplazado por uno de madera, a la vez sustituido en 1889 por el de hierro que aparece en segundo plano en la página 35. El último pasó a manos del Ferrocarril Sur en 1898, cuando este compró el de Ensenada, y terminó desmantelado hacia 1913, dado que quedó sustituido por el puente Barraca Peña construido en 1911 por el FCS entre las calles Irala y Melo (aún en pie). En 1906 el FCS volvió a montar para carga el puente de la foto, en Nueva Pompeya y al lado del del FCO indicado en la leyenda de la primera foto, donde estuvo hasta 1943. Como detalle curioso, adviértase un carruaje sobre la izquierda de la imagen: era el laboratorio ambulante del fotógrafo, requerido para el proceso del colodión húmedo.

Navíos en La Boca. Foto Samuel Boote ca.1885, colección particular. La cámara apunta en dirección río abajo; la calle de la izquierda es Pedro de Mendoza; la Vuelta de Rocha, uno de los meandros naturales del río acondicionado por esa época para puerto, está a espaldas del fotógrafo. Para mediados de la década de 1880, la construcción de muelles y la canalización del tramo inferior del río, ausentes de las fotos anteriores, permitieron una intensa actividad portuaria.

El *Regina Margherita*. Foto Samuel Boote ca.1885, AGN. Aparece amarrado en La Boca, a la altura de Pedro de Mendoza y Lamadrid, cerca de la desembocadura del Riachuelo en el Plata, la que se distingue a la izquierda y al fondo.



Puente Valentín Alsina. Foto Sociedad Fotográfica Argentina de Aficionados ca.1890. La antigua estructura de madera dura que muestra la foto, inaugurada en 1859 en el paraje llamado paso de Burgos, subsistió hasta 1910, cuando fue reemplazada por una de acero que duró hasta la década de 1930. El actual puente, con su escenografía neocolonial, se habilitó en 1938.

La Boca. Foto Samuel Rimathé 1890, colección particular. Foto tomada desde la avenida Pedro de Mendoza, costera del Riachuelo, en coincidencia con la avenida Almirante Brown, mirando curso abajo. La Vuelta de Rocha quedó a las espaldas del fotógrafo. Veinte años después, la misma toma hubiese mostrado sobre la derecha al trasbordador Avellaneda, inaugurado en 1914, que se aprecia en la página 35.

Barracas al norte. Foto Samuel Rimathé ca.1895. Foto tomada de la margen izquierda o capitalina del río apuntando cuso arriba. A la izquierda de la foto se distingue el Mercado Central de Frutos, en Barracas al sur, que para ese momento ya pertenecía a la provincia de Buenos Aires y en 1904 pasó a llamarse Avellaneda.

Tren cargado con maquinaria agrícola en la vuelta de Rocha. La mercadería venía consignada a la casa comercial Juan y José Drysdale y Cía., de la calle Perú 450. Foto HG Olds ca.1901

Ribera del Riachuelo. En primer plano, la margen izquierda del río; a la derecha, el Mercado Central de Frutos, en el que se transaban productos agropecuarios llamados entonces 'frutos del país'. Foto HC Olds ca.1915

Construcción del trasbordador Nicolás Avellaneda, 1913, Museo Nacional Ferroviario. Ubicado frente a la calle Almirante Brown, fue uno de los tres similares que hubo en el Riachuelo y el único aún en pie. Comenzó a operar en 1914 trasportando peatones, carros, tranvías y los primeros automóviles en una plataforma móvil de 8 por 12 metros suspendida de una estructura cuya altura dejaba paso a las embarcaciones, como se aprecia en la misma foto. La plataforma podía cargar hasta cien toneladas y cruzaba el río en unos 20 minutos. Funcionó hasta la década de 1960. Los trasbordadores fueron uno de los varios sistemas usados para que tráfico fluvial y terrestre pudiesen convivir.

Trasbordador Capitán General Justo José de Urquiza, 1916. Foto Ministerio de Obras Públicas. Estaba a la altura de la avenida Patricios, en Barracas, por lo que popularmente se llamaba puente Patricios. La foto permite apreciar la plataforma en pleno cruce. Como el anterior, operó hasta década de 1960, cuando fue desarmado. La cámara apunta río arriba.

Trasbordador Urquiza. Foto MCBA 1944. La foto fue tomada de la margen izquierda del río apuntando aguas abajo. El frigorífico La Blanca estaba en Avellaneda y la estructura que se distingue en segundo plano a la izquierda corresponde al trasbordador Presidente Luis Sáenz Peña, igualmente desmantelado, que estaba a la altura de la calle Garibaldi y era coloquialmente llamado puente Garibaldi. También se alcanza a divisar, levantado, el puente del FCS, que se ve cerrado en la foto de la página siguiente.

Puente del Ferrocarril Sur. Foto Museo Nacional Ferroviario, ca.1920, tomada de la margen capitalina del río apuntando cauce arriba. El tramo central de la estructura era levadizo mediante un mecanismo basculante. Inaugurado en 1911, existió hasta mediados de la década de 1980. Al fondo se aprecia el también basculante puente Bosch, sito a la altura de la calle Santa Magdalena, construido en 1908 por una empresa de tranvías eléctricos y todavía en pie.

Antiguo puente Barracas. Foto Samuel Rimathé, ca. 1895. Construido en madera con carácter provisorio hacia 1885, subsistió hasta 1903. Reemplazó uno giratorio de hierro forjado proyectado por Prilidiano Pueyrredón, inaugurado en 1871 y arrastrado por una crecida en 1884. Este, a su vez, había sustituido una sucesión de otros, incluido el primer puente levantado en 1791 sobre el Camino Real al sur (hoy calle Montes de Oca) y llamado, entre varios nombres, puente Gálvez. Adviértase en la foto, detrás del puente y a la izquierda, la silueta del Mercado Central de Frutos, que estaba sobre la banda sur del Riachuelo y también aparece en la foto superior de la página 35.

Puente Pueyrredon, también conocido por puente Barracas por extensión del nombre del que sustituyó, mostrado en la foto precedente. Foto Dirección de Construcciones Portuarias y Vías Navegables, ca.1915, tomada de la margen izquierda del río apuntando al sudeste. Construido en 1904 y desmantelado en 1931, estaba en la calle Vieytes y su tramo central era levadizo por el procedimiento de izar la plataforma sobre la estructura alta hasta una posición que franqueara el paso a las embarcaciones.

Puente Pueyrredon. Foto HG Olds ca. 1915, tomada de la margen izquierda del río apuntando al sudoeste. Obsérvese a la derecha el puente del Ferrocarril a Ensenada, que reemplazó al mostrado en la página 31.

Puente Pueyrredon. Foto Dirección de Construcciones Portuarias y Vías Navegables, 1931, tomada a poco de inaugurado. Obsérvese que se circulaba entonces por la izquierda. Reemplazó al que muestran las dos fotos anteriores y sigue en uso, si bien hoy el mayor tráfico cruza por el cercano nuevo puente de ese nombre, en la autopista 9 de Julio.

Alejandro Gangui
Instituto de Astronomía y Física del Espacio, UBA-Conicet

¿Cuán errante en torno a la Tierra se desplaza el Sol?

¿Sale el Sol por el este?

Si les preguntara a varios amigos por dónde esperan ver la salida del Sol al amanecer, probablemente la mitad de las respuestas recibidas sería: 'Por el este'. Por supuesto, sucedería algo similar con la puesta del Sol y el oeste. Sin embargo, la salida y la puesta del Sol prácticamente nunca suceden en esos precisos puntos cardinales: las contestaciones solo serían estrictamente ciertas en los equinoccios, es decir, los días cuando empiezan el otoño y la primavera. Todos los demás días del año el Sol sale y se pone a cierta distancia de, respectivamente, el este y el oeste. Esa distancia, además, varía según el día y la latitud.

En esta nota describiremos un instrumento simple para determinar la desviación angular de la dirección este-oeste –hacia el norte o el sur– del punto del horizonte por el que sale y se pone el Sol. El instrumento, que no requiere hacer cálculos matemáticos, ha demostrado ser un recurso pedagógico valioso en cursos introductorios de física y astronomía, y puede resultar útil a los profesores de enseñanza secundaria.

Es bien sabido que el Sol no sale todos los días a la misma hora, lo mismo que tampoco se pone a la misma hora todos los días del año. Mis amigos interrogados me aclararían sin duda que las horas de salida y puesta del Sol varían con el transcurso de los meses. A poco que prestemos atención, advertiremos cambios, incluso, de una semana a otra. También es sabido que a mediodía (estrictamente, en el mediodía solar), en verano el Sol está alto por sobre el horizonte, y está más bajo en invierno. Vemos al Sol describir diariamente en el cielo una trayectoria (un arco de circunferencia) como consecuencia de la rotación de nuestro planeta alrededor de su eje. Esos arcos solares que vemos al Sol describir en el cielo (cada día con pequeñas diferencias con relación al anterior) están contenidos en planos perpendicula-

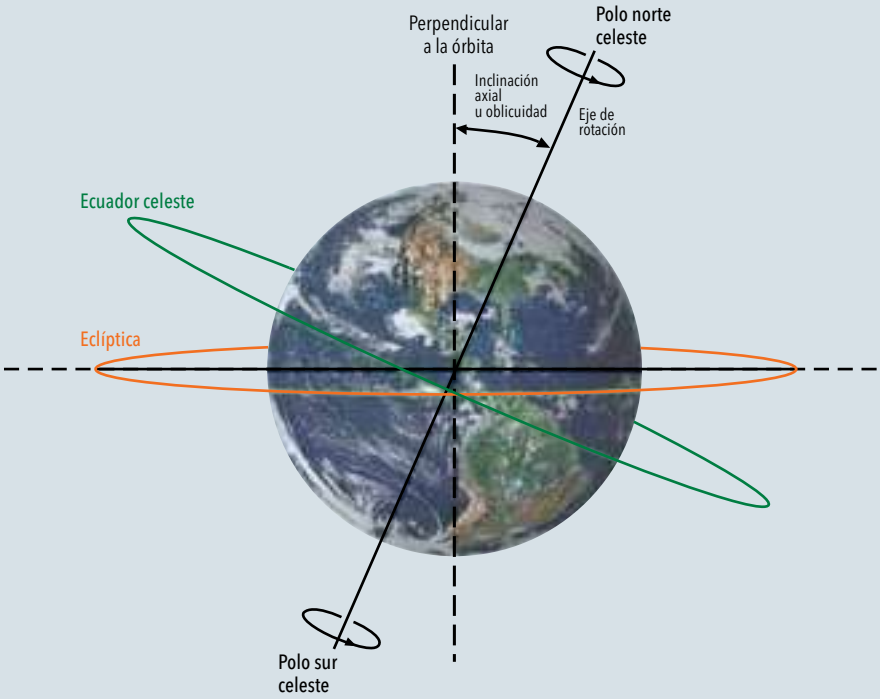


Figura 1. La Tierra como la vería un lejano observador ubicado sobre el plano de la traslación del planeta o la eclíptica (por ejemplo, desde el Sol), el 21 de marzo de cada año (suponiendo que el sentido de traslación de la Tierra sea hacia la izquierda de la imagen). Para un terrícola, la elipse verde indica el plano del ecuador celeste, que es la prolongación a la bóveda del cielo del ecuador terrestre. El eje de rotación de la Tierra –que, prolongado a encontrarse con esa bóveda, marca los polos norte y sur celestes– está inclinado 23,5° con respecto a la perpendicular a la eclíptica.

¿DE QUÉ SE TRATA?

Se propone un instrumento de construcción simple que permite entender cómo es exactamente la trayectoria aparente del Sol en el cielo para distintos puntos de la Tierra y a lo largo del año, y por qué es así.

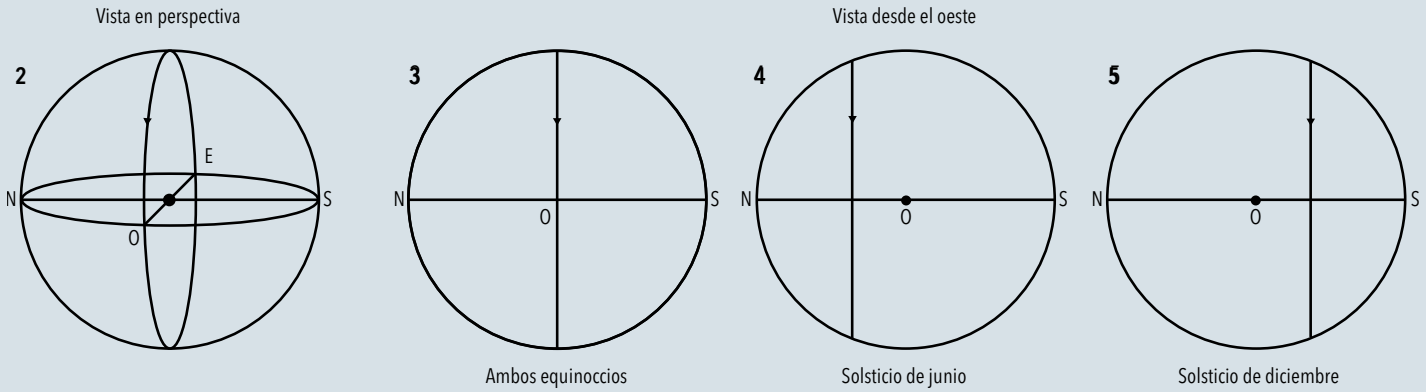


Figura 2. Representación en perspectiva de cómo un observador ubicado fuera de la esfera celeste –que considerara fija a la Tierra y móvil al Sol– concebiría la trayectoria diaria de este, causa de la alternancia de noche y día en nuestro planeta. La circunferencia representa la bóveda celeste; la elipse vertical, el plano de la trayectoria diaria del Sol (para nosotros, trayectoria aparente), y la elipse horizontal, el plano del horizonte para un habitante de regiones ecuatoriales, con los puntos cardinales indicados. En este caso particular, el plano del ecuador terrestre (y celeste) coincide con el de la trayectoria del Sol. El punto central, enormemente agrandado para que se note, es la Tierra. El croquis corresponde a cualquiera de los dos equinoccios.
Figura 3. Representación frontal de lo que muestra la figura 2 mirando desde el infinito en dirección oeste-este. Eso se vería en ambos equinoccios.
Figura 4. Igual representación que la figura 3 pero durante el solsticio de junio.
Figura 5. La misma representación durante el solsticio de diciembre.

res al eje de rotación terrestre. Y como el ecuador celeste –la proyección del círculo ecuatorial de la Tierra en la bóveda celeste– es ortogonal al eje de la Tierra (figura 1), el arco que describe el Sol en el cielo es siempre paralelo al ecuador celeste.

¿Qué ve una persona que está en el ecuador?

Supongamos que nos encontremos en el Sol, un 21 de marzo, mirando hacia la Tierra, la que se nos aparecerá como la representa la figura 1. Nuestra línea de visión será paralela al plano de la eclíptica, porque este es el que contiene la trayectoria recorrida por nuestro planeta en su traslación anual en torno al Sol. Imaginemos ahora qué verá ese día una persona ubicada sobre el ecuador, en la superficie de la Tierra. A medida que esta gira sobre su eje, advertirá que el Sol emerge perpendicularmente al horizonte exactamente por el este. Luego seguirá un camino circular por encima de su cabeza, pasará por el cenit, y se pondrá perpendicularmente al horizonte por el oeste. La figura 2 esquematiza esa situación en perspectiva: el círculo indica la bóveda celeste de ese observador; el pequeño círculo negro en el centro, la Tierra; la elipse horizontal marca el plano del horizonte de dicho observador; y la elipse vertical, el plano de la trayectoria aparente del Sol para él. Puesto que el observador está en el ecuador, ambos planos son perpendiculares. La figura 3 indica cómo se vería lo descripto no en perspectiva sino frontalmente desde el oeste. Como los planos de la trayectoria solar y del horizonte se ven, por así decirlo, de canto, están representados por las dos líneas rectas (este croquis vale para ambos equinoccios).

Ahora imaginemos que pasaron tres meses, durante los cuales la Tierra completó un cuarto de su órbita, y que aún seguimos ubicados en el Sol mirando hacia aquella. En esa situación, si consideramos nuevamente la figura 1, nosotros (y el Sol) nos encontraremos a la derecha del dibujo y será el 21 de junio, el solsticio de verano para el hemisferio norte (y de invierno para el sur). En esa fecha, el hemisferio norte está inclinado hacia el Sol y el sur lo está en sentido contrario. El Sol pasa por el cénit para los observadores que se encuentran en el hemisferio norte en la latitud 23,5°. De hecho, ese día la distancia angular entre el Sol y el ecuador celeste (lo que denominamos *declinación* del Sol) será de exactamente 23,5°. Pero para nuestro observador en el ecuador (en la latitud 0°), la trayectoria del Sol se habrá desplazado hacia el norte, desde su salida hasta su puesta, y no pasará por el cénit a mediodía. Esta situación se representa en la vista frontal de la figura 4.

Seis meses después, luego de que la Tierra haya recorrido la otra mitad de su trayectoria alrededor del Sol, será el 21 de diciembre, el otro solsticio (en el camino habrá pasado por el equinoccio del 21 de septiembre). En ese momento el observador del ecuador verá el Sol desplazado hacia el sur, como lo indica la figura

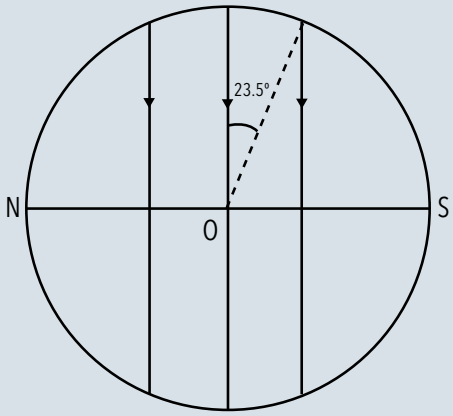


Figura 6. Este croquis superpone los tres anteriores. La línea punteada indica el ángulo del plano de la trayectoria de Sol con respecto al ecuador celeste, llamado *declinación*, medido en grados. La figura muestra las dos declinaciones extremas del Sol: +23,5°, cuando está hacia el norte (línea vertical de la izquierda) y -23,5° cuando está hacia el sur (línea vertical de la derecha, con el ángulo dibujado en la figura). La declinación del Sol abarca así unos 47°, que recorre en aproximadamente seis meses, aunque no a velocidad constante.

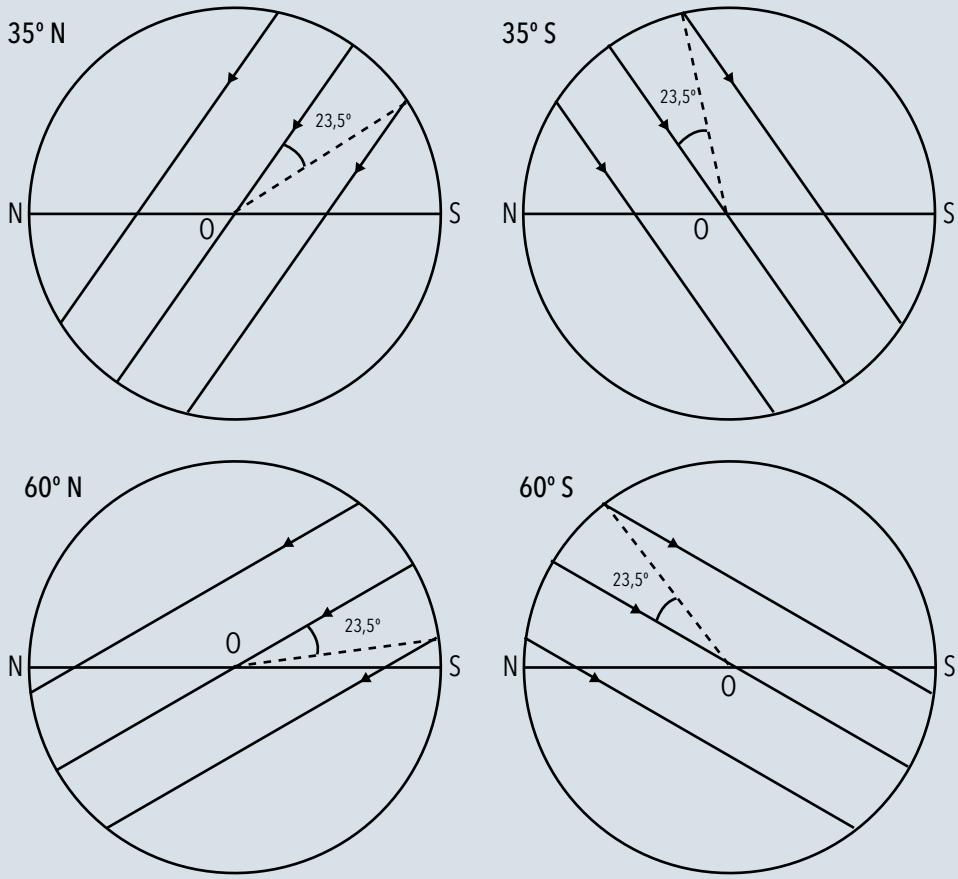


Figura 7. Trayectorias diurnas del Sol para observadores en cuatro latitudes diferentes, que podrían ser el sur de California, Buenos Aires, Estocolmo y el extremo de la península antártica. Como en los diagramas anteriores, de las tres líneas paralelas, la central corresponde a los equinoccios y las otras dos a cada solsticio.

5, también una vista frontal (y una imagen especular de la anterior). Las figuras 4 y 5 muestran los dos puntos de máximo alejamiento del Sol del ecuador, o su declinación máxima: +23,5° o -23,5° medidos del ecuador celeste. La figura 6, que reúne a las tres precedentes, sintetiza lo explicado. La trayectoria del Sol cada día del año aparecería como un segmento vertical entre los dos más alejados de esa figura.

¿Y si no está en el ecuador?

Ahora supongamos que nuestro observador se aleja del ecuador. A medida que lo hace, su latitud aumenta: por convención, ese alejamiento se expresa en valores positivos hacia el norte y negativos hacia el sur (o alternativamente, se reemplaza el signo por las letras N o S). Además, a medida que la distancia del ecuador aumenta, el ángulo entre el plano de la trayectoria del Sol y el del horizonte de cada lugar va progresivamente disminuyendo: los 90° que tenía en el ecuador quedan reducidos a cero al llegar a cualquiera de los polos. Esto se ilustra en la figura 7, que muestra la trayectoria aparente del Sol en cuatro ubicaciones: las latitudes 35° y 60° al norte y al sur del ecuador, que podrían, por ejemplo, corresponder respectivamente al sur de California, Buenos Aires, Estocolmo y el extremo de la península antártica. Nótese que el ángulo de 23,5°, que corresponde a la máxima declinación del Sol, no varía. Obsérvese también que el ángulo de las trayectorias aparentes del Sol aumenta progresivamente con respecto a la vertical del sitio: 0° en el ecuador y 90° en cualquiera de los polos.

Si volvemos a la figura 6, para un observador en el ecuador, podremos advertir que durante los solsticios (los segmentos verticales extremos) tanto el lugar de la salida como el de la puesta del Sol están en un rumbo alejado 23,5° de la dirección este-oeste. La figura 7 muestra que ese ángulo se incrementa a medida que aumenta la latitud del observador. En Estocolmo, por ejemplo, los puntos de salida y de puesta del Sol se acercan más al punto cardinal norte (en el solsticio de junio) o al sur (en el solsticio de diciembre) que al este o al oeste. Por ello, si hubiese formulado mi pregunta inicial a un grupo de suecos, es probable que su respuesta hubiese tenido en cuenta esta situación.

Un instrumento simple para un cálculo complejo

En realidad, los diagramas anteriores no son exactos; para guardar completo rigor, nuestras explicaciones deberían haber repetido múltiples veces la palabra 'aproximadamente', porque, entre otras razones, los ángulos reales se encuentran sobre la esfera celeste y no en un plano (y la suma de los ángulos interiores de un triángulo dibujado en el cielo sobrepasa los 180°). Aunque se pueden hacer cómputos gráficos y analíticos que permiten calcular con precisión el sitio de salida y puesta del Sol en cada día del año (es decir, para cada posible declinación del astro), tienen su complejidad debido a que es necesario valerse de geometría y trigonometría esféricas.

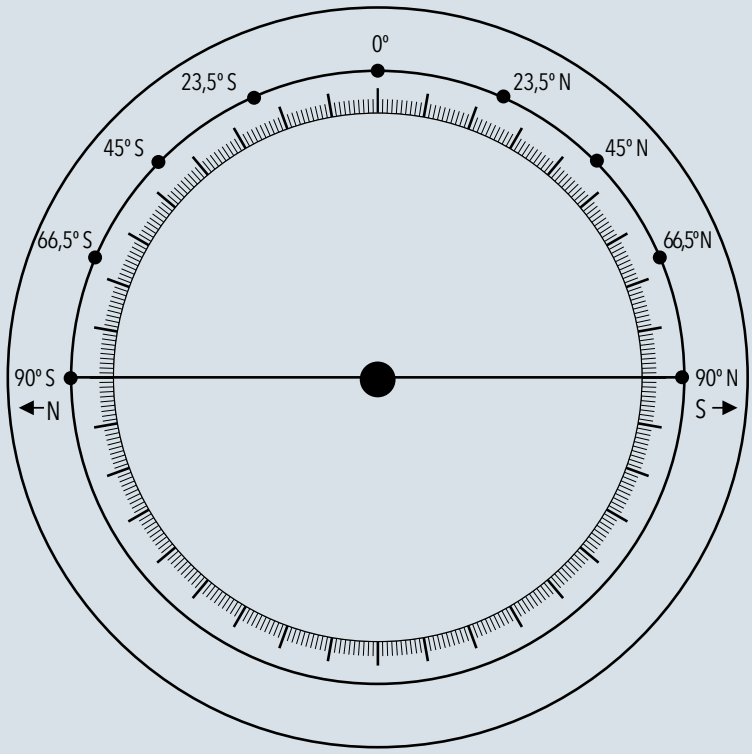
Podemos, sin embargo, presentar una herramienta simple que ayude a los estudiantes a comprender la desviación angular hacia el sur o el norte, con relación al rumbo este-oeste, de la salida y la puesta del Sol. En las figuras 8 y 9 presentamos dos diagramas para ser utilizados juntos. Se sugiere reproducir el primero en papel blanco y pegarlo sobre una base rígida; y reproducir el segundo en una lámina transparente para colocarlo centrado sobre el anterior. La flecha de este se utiliza para indicar la latitud del observador sobre el cuadrante numerado en grados de la figura 8. Esto permite elegir cualquier latitud que se desee. A la luz de las explicaciones de las figuras 1 a 7, la forma de usar esta herramienta debería resultar clara.

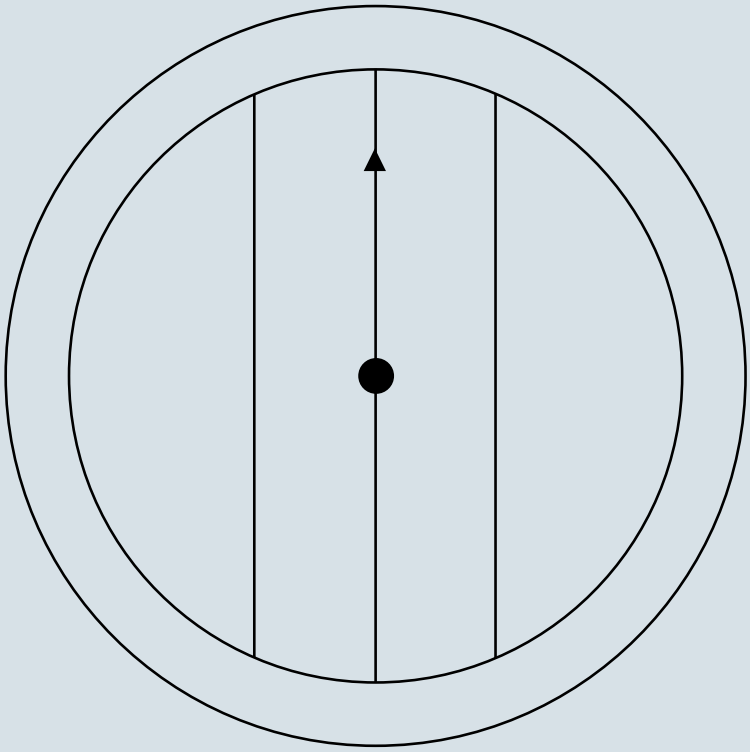
Con este dial de salida y puesta del sol se pueden analizar situaciones que suelen causar dolores de cabeza a los estudiantes y profesores de física y astronomía. Por ejemplo, un observador ubicado en uno de los trópicos –el de Cáncer, en latitud 23,5° N, o el de Capricornio, en latitud 23,5° S– verá que en el solsticio de verano

de su hemisferio el Sol alcanza el cénit a mediodía. Anualmente, sobre los trópicos hay un solo día en que eso sucede. En cambio, en latitudes inferiores a 23,5°, es decir, en la franja entre ambos trópicos que contiene en su centro al ecuador, eso acontece exactamente dos veces por año, una en primavera y otra vez en verano, mientras que los observadores en latitudes superiores a 23,5°, es decir, entre los trópicos y los polos, nunca ven al Sol en su cénit (esa es la situación que se ilustra en la figura 7).

Veamos ahora qué sucede sobre los círculos polares, en las latitudes 66,5° N o S según el caso. Si empleamos nuestro instrumento, podemos fácilmente advertir que durante el respectivo solsticio de invierno tanto la salida como la puesta del Sol suceden en el mismo punto en el horizonte, es decir, en el punto cardinal sur o norte respectivamente. En regiones de latitud superior, entre el círculo y su polo, el Sol sencillamente no sale en invierno: es lo que se conoce como *noche polar*, mientras que en la región polar opuesta, que está en verano, el Sol no se pone y se produce el llamado *sol de medianoche*. Ambas situaciones quedan de manifiesto en nuestro dial, que indica, según el caso, que la trayectoria del Sol se cumple por completo por encima o por debajo del horizonte (figura 10).

A mayor latitud, es decir, cuanto más cerca del polo, mayor será la duración de la noche polar y, correspondientemente, más largo será el tiempo con sol de medianoche en las antípodas. En la situación extrema de los polos, con latitud 90°, la flecha de nuestro instrumento apuntará horizontalmente (figura 11) y durante seis meses el Sol no saldrá, mientras que durante los otros seis meses no se pondrá. Hay pues en los polos seis meses de luz diurna o seis meses de noche, aunque, debido a que el Sol no es un punto sino que se nos presenta como un disco de cierto tamaño, estos números no pueden considerarse exactos. Cuando el Sol se encuentra parcialmente por encima del horizonte, podríamos decir que es día, y debido a la refracción que produce la atmósfera terrestre, cuando está poco por debajo del horizonte, la noche polar no pasa de ser un crepúsculo.

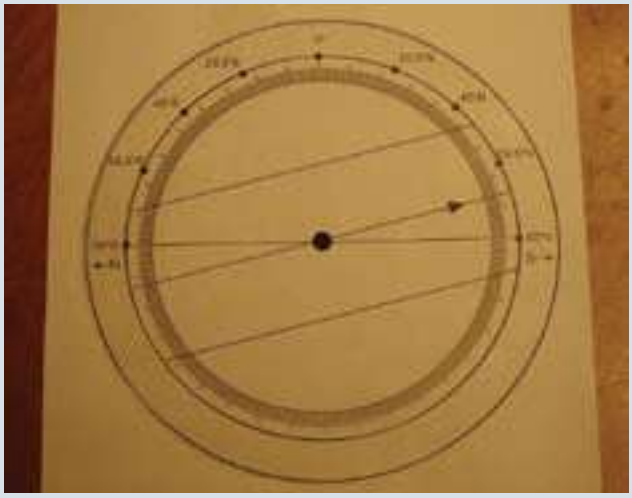




Figuras 8 (arriba) y **9** (abajo). Instrumento pedagógico recomendado por el autor para trabajar en al aula sobre el tema de esta nota. Reproduce los diagramas de las ilustraciones precedentes. Se recomienda reproducir ambas figuras en tamaño no menor a 15 x 15cm, la primera en papel blanco a ser pegado sobre un soporte rígido, y la segunda en celuloide transparente o material similar, para ser montada sobre la otra. Para usar el instrumento, apuntar la flecha de la figura 9 a la latitud del observador. Esa flecha está sobre la trayectoria que sigue el Sol durante los días de equinoccio. Las otras dos rectas marcan su trayectoria durante los solsticios: la de la izquierda siempre corresponde al solsticio de junio; la de la derecha, al de diciembre.

Comentarios finales

Con el sencillo instrumento presentado, el profesor podrá ayudar a los alumnos a



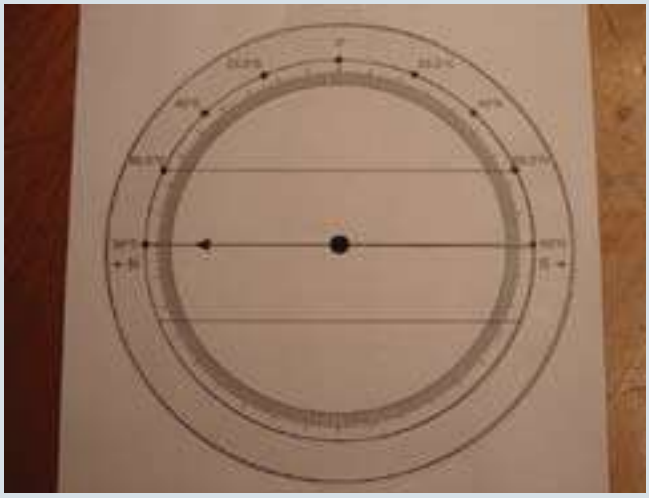


Figura 10. Ejemplo del uso del instrumento construido por el autor: el dial se reguló para una latitud entre el círculo polar ártico y el polo norte. Se puede advertir que en los equinoccios (recta del centro) el horizonte divide el trayecto del sol en dos partes iguales, de suerte que el día (segmento por encima del horizonte) es igual que la noche. En cambio, en el solsticio de verano (recta superior) el sol nunca desciende por debajo del horizonte y hay sol de medianoche, mientras que en el de invierno nunca está por encima de él y reina la noche polar.

Figura 11. Otro ejemplo, con el dial regulado para el polo sur. Apreciará el lector que durante todo el tiempo la trayectoria aparente del Sol es paralela al plano del horizonte, y que durante un semestre es siempre día y durante el otro siempre noche, aunque en términos reales ambas partes estén separadas durante muchos días por un crepúsculo lentamente cambiante.

entender por qué el Sol solo sale y se pone exactamente por el este y el oeste en contadas ocasiones en los diferentes lugares de la Tierra. También podrán apreciar en forma cualitativa a qué distancia del rumbo este-oeste sale o se pone el Sol en una latitud y una época del año determinadas.

El mismo instrumento, y en especial sus limitaciones, le permitirán promover la discusión sobre la relevancia de la geometría esférica para hacer cálculos precisos sobre distancias y ángulos en la bóveda celeste. Pues no debe olvidarse que con nuestro dial hemos proyectado sobre un plano lo que originalmente formaba parte de la bóveda esférica del cielo, y por ello las distancias, por ejemplo, entre el oeste y los puntos del horizonte en donde se pone el Sol, no son lineales sino angulares: hacia los extremos –norte o sur– del instrumento, evidentemente, debe tenerse especial cuidado al medir pues las deformaciones son grandes. Esto, sin embargo, no es nada nuevo en la escuela: lo mismo le sucede a las regiones polares del globo terrestre cuando se las dibuja en un mapa plano para poder trabajar con mayor comodidad.

Por otro lado, vale la pena discutir con los alumnos cuánto influye en las complicaciones señaladas a lo largo de esta nota el valor de la oblicuidad de la eclíptica (esto es, el valor de la inclinación del eje de rotación de la Tierra con respecto a la recta ortogonal al plano de la eclíptica). De lo discutido en la nota y, especialmente, de mirar las figuras presentadas, surge que el valor real de la oblicuidad es muy relevante para el instrumento presentado aquí. ¿Qué sucedería si la oblicuidad variara con el tiempo? De hecho, es sabido que lo hace, pues su valor va disminuyendo muy lentamente con el correr de los milenios. ¿Podemos imaginar el caso en que la oblicuidad sea cero? ¿Cómo quedaría nuestro dial en ese caso? ¿Cómo sería la vida en un planeta cuyo eje de rotación fuese perpendicular al plano de su órbita alrededor de su estrella madre? Se puede pensar, con un poco de optimismo, que estas y otras preguntas llevarían al estudiante a embarcarse en otros razonamientos que desafíen su mente y, quizá, mejoren su actitud hacia la matemática y la ciencia en general. CH

LECTURAS SUGERIDAS

CAMINO N y ROS R, 1997, '¿Por dónde sale el Sol?', *Educación en Ciencias*, 1, 3: 11-17.

GANGUI A, 2011, 'Whither does the Sun rove?', *The Physics Teacher*, 49: 91-93.

Sitio web, *https://picasaweb.google.com/algangui/PorDondeSaleElSol.*

Alejandro Gangui

Doctor en astrofísica, Escuela Internacional de Estudios Avanzados (International School for Advanced Studies), Trieste.
Investigador independiente, Conicet.
Profesor, FCEYN, UBA.
Miembro del Centro de Formación e Investigación en la Enseñanza de las Ciencias, FCEYN, UBA.
gangui@df.uba.ar
cms.iafe.uba.ar/gangui

Lucas Martín
Instituto de Investigaciones Gino Germani,
Facultad de Ciencias Sociales, UBA

El giro judicial de la política en la democracia argentina

¿Quién no ha abierto alguna vez la sección política de un diario y se ha encontrado con una catarata de noticias judiciales? ¿O quién no ha escuchado en la radio y la televisión a los analistas políticos hablar de juicios, sentencias y medidas cautelares? Esta mezcla de lo judicial en lo político no proviene de un error de los editores o los periodistas. Al contrario: se trata de noticias que son a la vez judiciales y políticas, y que dan cuenta de una de las principales transformaciones en curso de producirse en nuestras democracias.

En la Argentina como en otras latitudes, se suele hablar de *judicialización de la política*, expresión que alude a un avance de la Justicia sobre la política, una suerte de violación de la frontera que separaría ambos ámbitos, y que supondría un menoscabo para la política. Por nuestra parte, para analizar las mutaciones en curso en la relación entre política y Justicia con una nueva mirada, preferimos evitar dicha expresión, de marcada connotación negativa por lo que sugiere de avasallamiento y pérdida, y hablar de un *giro judicial de la política*.

Para muchos gobernantes y funcionarios, este novedoso giro no sería otra cosa que un avance ilegítimo e injusto de la Justicia en el terreno de la política, un avance de jueces que pretenden gobernar sin tener la legitimidad electoral necesaria para hacerlo. *Se nos obstruye permanentemente con medidas judiciales*, decía la presidenta de la Nación a principios de 2010. En la opinión de otro político: *Si el juez quiere gobernar, que se presente a elecciones*. Y en palabras de un tercero: *Si quiere ocupar el Ejecutivo, debería presentarse a elecciones y ver si la gente lo vota*.

La opinión de los jueces es otra. Para ellos, el Poder Judicial simplemente busca reducir la distancia que históricamente mantenía de la sociedad, y contribuir a la protección de los derechos ciudadanos. Para ellos, *el Poder Judicial es la principal defensa que tienen los argentinos para vivir en una sociedad igualitaria y en libertad*.

Unos y otros, aunque con diferente sentido, quizá aceptarían la descripción que alguna vez hiciera la presidenta de la Nación: *La Justicia quiere quedar bien con todos*. A los políticos eso les resultaría les imposible, pues pertenecen a un partido, que es una parte y no el todo: una porción del electorado vota por sus contrincantes y ellos siempre se enfrentan con oposición. Para los jueces, en cambio, decidir lo que es justo es una forma de que todos sean iguales ante la ley.

Pierre Rosanvallon, un historiador francés, interpretó el quedar bien con todos como uno de los dos pilares de

¿DE QUÉ SE TRATA?

¿Existe en estos momentos en la Argentina un avance de la Justicia sobre la política, una suerte de violación de la frontera que separaría ambos ámbitos, que supondría un menoscabo para la política? ¿O asistimos a nuevas formas de ejercer la democracia y de reclamar por menoscabos a los derechos de los ciudadanos?

Manifestación en la Plaza de Mayo. Foto Blog Erasmus

la democracia, que se refiere a un principio de *legitimidad universal*. Sobre este pilar descansa el consenso que da unidad a una comunidad política. El otro pilar inherente a las sociedades democráticas –quizá más familiar al lector– es el del principio de *legitimidad mayoritaria*, que permite establecer gobiernos legítimos por medio del voto, pero que expresa los conflictos y las divisiones de la sociedad en la competencia entre proyectos políticos, entre partidos y entre candidatos.

Es posible, como sugirió Rosanvallon, que las transformaciones en curso en nuestras democracias estén revalorizando el primer pilar, que había quedado un poco olvidado y está siendo restablecido en una forma nueva. Y es posible, también, que en ese marco el giro judicial de la política sea un puntal de esas transformaciones: apuntalaría ese primer pilar, el que queda expresado con la frase 'quedar bien con todos'.

Un breve recorrido histórico

Hasta 1983, la historia de la democracia argentina fue oscilante y traumática. La relación entre Justicia y política fue más lineal pero no menos decepcionante: desde que, en septiembre de 1930, la Corte Suprema resolvió legitimar el primer golpe militar que sufrió la democracia, la Justicia se subordinó en mucha medida a los injustos y cruentos vaivenes de la política.

Con la recuperación democrática, a fines de 1983, la Justicia desempeñó, en cambio, un papel protagónico y fundacional: el histórico juicio a las juntas militares que habían detentado el gobierno del país entre 1976 y 1983 llevó a los generales al banquillo de los acusados, por graves violaciones de los derechos humanos cometidas bajo su mando. Una cámara juzgó así, según leyes comunes a todos, a quienes apenas un tiempo antes habían sido dictadores todopoderosos. Con ese juicio, los argentinos experimentamos el valor de la igualdad ante la ley y de los derechos e instituciones de la democracia. Fue una experiencia política y democrática inédita, acaecida en la esfera judicial.

Las posteriores leyes de Punto Final (número 23.492 de 1986) y Obediencia Debida (número 23.521 de 1987) pusieron un freno, en nombre de la necesidad política, a esa relación virtuosa entre política y justicia. En la década siguiente, el presidente Carlos Menem indultó a quienes habían sido condenados o restaba condenar. Era el inicio de un período que, para muchos, fue un tiempo de politización de la justicia.

En la década de 1990 el Poder Ejecutivo amplió de cinco a nueve el número de miembros de la Corte Suprema, y nombró magistrados afines para asegurarse una mayoría automática que le permitiera sortear el control judicial. La Justicia perdió progresivamente la confianza de los ciudadanos y así llegó a la crisis que a fines de 2001 sufrieron todos los poderes del Estado. Las manifestaciones realizadas al grito de '¡Que se vayan todos!' también se dirigían al Palacio de Justicia y decididamente aludían a los jueces.

En 2003, una de las primeras decisiones del presidente Néstor Kirchner fue impulsar la renovación de la Corte Suprema, y reemplazar la mentada mayoría automática por nuevos magistrados elegidos por un método nuevo, público y transparente. A partir de entonces la Justicia comenzó a recuperar su prestigio perdido y aumentó la gravitación política de los jueces, respaldados desde la cima por la nueva Corte.

Las múltiples facetas del giro judicial

El *giro judicial de la política* comprende tres grandes conjuntos de fenómenos: la movilización judicial, el nuevo protagonismo de los jueces y la transformación de la Justicia en escena de la política.

La movilización judicial

Los ciudadanos hablan cada vez más el lenguaje de los derechos y reclaman por ellos. La historia de la ampliación de los derechos reconoce tres momentos en la Argentina: la conquista de derechos sociales con el primer peronismo, la defensa de los derechos humanos en tiempos de la última dictadura militar y el reconocimiento de nuevos derechos (culturales, sexuales, sociales, etcétera), propio de los últimos lustros.

Resumidamente, puede decirse que en el primer momento los derechos fueron enunciados y establecidos por el Estado (e incluso por el propio líder); en el segundo,

la sociedad civil los reivindicó contra un Estado criminal (con las Madres de Plaza de Mayo a la cabeza); en el tercero, los derechos se multiplicaron y fueron reclamados por múltiples sectores: las necesidades y los intereses que antes se defendían en nombre de carencias particulares –como carencias de educación, trabajo, salud o vivienda– hoy son presentados como derechos universales –a la educación, al trabajo, a la salud o a la vivienda–.

Este es el contexto de la actual movilización judicial, un reclamo masivo de derechos ante los tribunales. Ejemplos salientes de esto son los más de 300.000 recursos de amparo contra las restricciones a la disponibilidad de los depósitos bancarios presentados por ahorristas a fines de 2001 y principios de 2002 (por las medidas coloquialmente llamadas 'corralito' y 'corralón'), igual que las alrededor de 450.000 demandas de jubilados contra el Estado en reclamo de derechos previsionales.

Otros ejemplos menos masivos son igualmente significativos: ciudadanos o entidades civiles que recurren a los jueces en contra de acciones de las autoridades que perjudicarían el ambiente natural o urbano –una estación de una nueva línea del subterráneo, la explotación de una mina, el uso de herbicidas–, para obtener una vivienda digna, para exigir que los salarios públicos se liquiden según las leyes, para evitar las restricciones para la adquisición de moneda extranjera (el denominado 'cepo cambiario'), entre otros.

El nuevo protagonismo de los jueces

En los últimos años, los jueces desempeñan papeles cada vez más protagónicos en la escena política. Esto se observa en tres dimensiones.

En primer lugar, los jueces tienden a reconocer que todo derecho es inmediatamente exigible y abandonan, de ese modo, la distinción tradicional entre *derechos operativos*, exigibles ante la Justicia, y *derechos programáticos*, que se plantean como promesas o programas, solo efectivos y exigibles si los otros poderes establecen antes leyes o reglamentos. Los derechos operativos son los derechos-libertades, por ejemplo, la libertad de expresión, un derecho constitucional exigible sin necesidad de regulaciones especiales; los derechos programáticos son por lo general los derechos sociales, por ejemplo, el derecho a una vivienda digna, un derecho constitucional que requiere de la acción de alguien –la construcción de una vivienda–, en última instancia, la acción del Estado. Hoy se advierte la tendencia a que todo derecho sea considerado operativo, exigible sin más por los ciudadanos.

En segundo lugar, la tarea de los jueces se hizo más extensa. Lo que hasta hace poco era el paso final de un proceso judicial, la sentencia, ya no lo es más: progresivamente los jueces intervienen en la ejecución de la sentencia, que tradicionalmente quedaba en manos de instancias administrativas. Hacen un seguimiento y un control para que sea bien cumplida, especialmente cuando se trata de juicios en los que está implicado el Estado. De ese modo, jueces y tribunales empiezan a gravitar sobre la definición de políticas públicas y, en consecuencia, sobre los destinos del presupuesto público, algo hasta hace muy poco de exclusiva injerencia de los poderes Ejecutivo y Legislativo.

Un caso que ejemplifica estos primeros dos ítems es un fallo señero de la Corte Suprema en una causa por el derecho colectivo a un ambiente sano para los habitantes que viven en la contaminada cuenca Matanza-Riachuelo, tema tratado en otra sección de este mismo número de Ciencia Hoy. Por ese fallo, el máximo tribunal obligó a diferentes niveles estatales (nacional, provincial, municipal, capitalino) a emprender la recuperación ecológica de la zona y a dar soluciones habitacionales a las familias que viven en ella, y comprometió a un juez en supervisar la ejecución de la sentencia.

En tercer lugar, presenciamos un nuevo protagonismo de los jueces en el espacio público y los medios de comu-

PIERRE ROSANVALLON

En su libro *La legitimidad democrática*, Pierre Rosanvallon explicó que, durante mucho tiempo, la democracia moderna supuso la unanimidad. El principio mayoritario era meramente una técnica para tomar decisiones. Incluso, tras la universalización del sufragio –que en Francia acaeció con los episodios de 1848–, la voluntad del voto mayoritario se suponía equivalente al consenso unánime. Los partidos políticos eran vistos por entonces como desviaciones o facciones.

Fue solo en años cercanos a 1900 que la competencia por el voto entre partidos políticos devino el corazón de la política. A partir de ese momento, quienes expresarían la unanimidad serían los servidores públicos, la administración pública estatal, autónoma de una soberanía popular que se había multiplicado en la pluralidad partidista.

Rosanvallon distinguió así entre una *legitimidad mayoritaria* para establecer autoridades y tomar decisiones, y una *legitimidad universal* o legitimidad de identificación con la generalidad. Estos dos pilares de la legitimidad democrática resultaron cuestionados a fines del siglo XX, con la crisis de los partidos tradicionales (o crisis de representación) y la pérdida de confianza en el Estado. Aunque en la Argentina –como en Iberoamérica en general– no se consolidó históricamente una administración estatal con sentido de servicio público socialmente reconocido y respetado, como sucedió en Europa y los Estados Unidos, existen puntos comunes en las transformaciones y las crisis recientes en ambas regiones.

nicación. Las sentencias y resoluciones judiciales tienen una resonancia pública de la que antaño carecían, y las voces de los jueces se multiplican en declaraciones, conferencias y entrevistas. La Justicia adquirió una visibilidad y una audibilidad inéditas. El propio Poder Judicial creó, en 2006, una agencia judicial de noticias que opera por internet, el Centro de Información Judicial (*www.cij.gov.ar*), y en 2012 estableció una Dirección de Comunicación Pública.

Esta nueva exposición pública del foro judicial indujo a los jueces a comunicarse no solo por sus fallos, como lo hicieron tradicionalmente, sino también publicando sus propias noticias y manteniendo un contacto más directo con la opinión pública.

Manifestación estudiantil en México. Foto *chtodelat news*

La justicia como escena de la política

No solo los ciudadanos recurren más que antes a la Justicia; también lo hacen los funcionarios, los políticos, los líderes sindicales y los empresarios. Dirigentes de todas las esferas de actividad entran en la escena judicial para resolver conflictos que tiempo atrás zanjaban por vías más políticas, como negociaciones, debates parlamentarios, pactos o acuerdos, movilización de influencias o simple ejercicio del poder.

Muchos casos que comúnmente reciben el mote de judicialización no son, en realidad, avances de la Justicia sobre la política, sino iniciativas de actores sociales y políticos que deciden actuar en la escena judicial. Veamos tres de esas situaciones.

Una es la relación entre gobiernos y oposición política. Legisladores, intendentes, gobernadores y ministros recurren a la Justicia en pos de los más variados fines políticos: frenar disposiciones sobre el destino de las reservas del Banco Central, modificar la recolección y el destino de residuos urbanos, alterar el despliegue de efectivos policiales, mejorar cómo se distribuye la recaudación impositiva entre provincias, etcétera. Los debates parlamentarios, las negociaciones entre líderes o partidos, los acuerdos, alianzas y pactos, e incluso las denuncias públicas en la tribuna y en la prensa siempre fueron las vías usadas por los políticos para plantear y resolver conflictos. Hoy están siendo reemplazadas o acompañadas por la vía judicial.

Manifestación en Zaragoza. Foto Fracción Trotskista-Cuarta Internacional

Otra situación se relaciona con las campañas electorales, que como nunca antes resultan teñidas de denuncias penales o de la activación de causas penales iniciadas contra los candidatos. En un contexto de personalización de la política, en el que la popularidad de los líderes se construye en los medios de comunicación, se busca así afectar la reputación del contrincante, algo que aparece como más efectivo que criticar un programa partidario. Buena parte de las denuncias judiciales no prospera por falta de sustento, pero eso no evita el escándalo mediático en el momento electoral.

Una tercera situación se presenta en las relaciones del Estado con corporaciones que defienden los intereses de los empresarios y de los trabajadores. Las cámaras empresarias y los sindicatos adquirieron una nueva presencia en la escena judicial, aunque no hayan abandonado otras vías de acción política, como la negociación, el cabildeo, la huelga o el lock out, y sin perjuicio de que los trabajadores tengan una vía institucional propia para gestionar reclamos: los ministerios de Trabajo, ya sea el nacional o los provinciales.

En las discusiones y los conflictos políticos que estos actores han llevado a la escena judicial se cuentan desde litigios sobre personería gremial hasta reclamos por el pago en regla de aguinaldos, pasando por denuncias por abuso del derecho de huelga y por recursos de amparo para sus-

pender y revertir decisiones del Poder Ejecutivo o regulaciones del Legislativo. Las denuncias penales tampoco están ausentes, pero ellas se refieren generalmente a cuestiones de naturaleza típicamente judicial, aunque tengan resonancias políticas, como delitos comunes graves, desde el homicidio hasta el fraude, pasando por la asociación ilícita.

Un ejemplo saliente de esta tercera situación es el reclamo de inconstitucionalidad de algunos artículos de la Ley de Servicios de Comunicación Audiovisual (número 26.522 de 2009, coloquialmente, la Ley de Medios) presentado por un grupo empresario de ese ramo.

'Indignados' en la plaza de la Bastilla, París, 2011. Foto Slastic Wikimedia Commons

Giro judicial, democracia y espacio público

La Justicia se define por su imparcialidad y por no guiarse por la opinión de las mayorías. La política, en cambio, es partidaria y se apoya en las mayorías. Bajo el amparo de la Constitución, un juez puede dar la razón a un solo ciudadano que se oponga a una ley votada en el Congreso por una mayoría. Por eso los ciudadanos recurren cada vez más a la Justicia, que parece sostener la promesa de dar respuesta a todos y a cada uno.

De lo anterior, ¿se puede concluir que los ciudadanos han encontrado una vía mejor que el voto y representantes mejores que los políticos para expresar sus reclamos y hacer valer sus derechos? Nada parece indicar que así sea. Lo que parece tener lugar hoy es una mutación de la democracia por la que esta recupera la doble legitimidad indicada al inicio, legitimidad mayoritaria y legitimidad universal. El cambio no parece transitorio: se vincula con el hecho de que los ciudadanos desconfían de los políticos y no se contentan con votar cada dos años.

Pero igualmente desconfían de los jueces. El giro judicial de la política ha expuesto a estos, como nunca antes a la luz pública, al escrutinio ciudadano y a los vaivenes de la opinión. Se los vincula con políticos y partidos, se opina sobre sus fallos, se responde a sus declaraciones, se critica a la corporación que supuestamente constituyen e incluso se los denuncia en forma pública y hasta judicial cuando hay cuestiones políticas en juego. Ya no están solamente en la soledad de sus despachos examinando expedientes, o en despobladas salas de audiencias indagando testigos e intercambiando ideas con abogados. Quedaron sometidos a nuevas exigencias de legitimación en el espacio público, que los llevaron a establecer sus propias comunicaciones.

Ante esto, la pregunta inevitable es por qué se produjo el giro judicial que describimos si los ciudadanos también desconfían de los jueces. Este tema merecería otro artículo, pero la respuesta, en síntesis, es que el público desconfía cuando hay en juego asuntos que considera importantes. Ese es su modo de mantenerse atento y vigilante. Como saben los políticos y lo han aprendido recientemente los jueces, esa desconfianza recae sobre todo lo que se expone a la luz del espacio público. En última instancia, los ciudadanos solo confían en el procedimiento de hacer visibles los dramas del país en ese espacio. En una palabra, solo confían en su propia capacidad de ejercer la desconfianza. CH

LECTURAS SUGERIDAS

ABRAMOVICH V y PAUTASSI L (eds.), 2009, *La revisión judicial de las políticas sociales. Estudio de casos*, Editores del Puerto, Buenos Aires.

ARCIDIÁCONO P, ESPEJO YALSIC N y **RODRÍGUEZ GARAVITO C** (eds.), 2010, *Derechos sociales: justicia, política y economía en América Latina*, Siglo del Hombre-LAEHR, Bogotá.

QUIROGA H, 2010, *La república desolada. Los cambios políticos de la Argentina 2001-2009*, Edhasa, Buenos Aires.

ROSANVALLON P, 2006, *La Contre démocratie*, Seuil, París. Traducción castellana: Manantial, Buenos Aires, 2007.

–, 2008, *La Légitimité démocratique*, Seuil, París. Traducción castellana: Manantial, Buenos Aires, 2009.

Lucas Martín

Doctor en ciencias jurídicas y políticas, Universidad de París VII.
Investigador asistente del Conicet en el Instituto de Investigaciones Gino Germani, Facultad de Ciencias Sociales, UBA.
lgmpolitica@gmail.com

Mariana Koppmann

¿Por qué cambian la textura y el color de los vegetales que cocinamos?

Cocinar vegetales parece tarea sencilla. Sin embargo, lograr que todos los que ponemos al fuego se cocinen al mismo tiempo, que sus texturas sean las deseadas y que sus colores resulten atractivos no siempre son resultados fáciles de conseguir.

Durante la cocción las paredes de los vegetales se ablandan, algunos pigmentos se modifican o se eliminan y el almidón se gelatiniza, lo que lo hace digerible. Cada uno de estos cambios visibles se relaciona con modificaciones en las células. Para comprenderlos, consideremos la estructura de una célula vegetal.

Como todas las células, las vegetales tienen una membrana que las separa del mundo exterior pero, a diferencia de las células animales, tienen además una pared externa a la membrana que, por su composición, les da la rigidez. Esta rigidez es la manifestación macroscópica de las características celulares microscópicas. Por ello, a pesar de que los vegetales están compuestos por agua en un 80 a 90%, no son blandos o líquidos sino rígidos.

La mencionada pared celular está constituida principalmente por largas cadenas de celulosa, que nuestro organismo no puede digerir. Ellas forman un entramado que cementan otros dos grupos de moléculas un poco más pequeñas, llamadas hemicelulosas y pectinas. Entre todas dan rigidez a la pared.

Otra importante diferencia entre las células vegetales y las animales es una organela que tienen las primeras: una gran vesícula o vacuola central con agua, productos de desecho, pigmentos y moléculas de reserva, que es la responsable de la turgencia de las células.

Si esa vacuola pierde agua, el vegetal se ve privado de su turgencia y se hace blando. Si la pérdida de agua no es mucha y la planta no está muy deteriorada, la vacuola puede volver a llenarse y regresar toda la turgencia. Así, cuando la lechuga o la verdura de hoja están un poco marchitas, se pueden poner en agua (preferentemente fría), con lo que la vacuola vuelve a absorber el líquido y la hoja recupera la turgencia; lo mismo se puede hacer con las zanahorias antes de rallarlas, para que estén más

¿DE QUÉ SE TRATA?

La ciencia en la cocina: un poco de química ayuda a entender los cambios que tienen lugar en los alimentos que cocinamos.

firmes y sea más sencillo hacerlo. Otras organelas importantes de la célula vegetal son los cloroplastos, en los cuales ocurre la fotosíntesis por la que la energía lumínica se transforma en energía química. Esto sucede gracias a la presencia de clorofila, el pigmento responsable del color verde de las plantas.

Al cocinarlos, las paredes de los vegetales se ablandan debido a que las hemicelulosas y pectinas se van escapando de ellas, las cuales, en consecuencia, van perdiendo el pegamento que aglutina las moléculas de celulosa. En medios ácidos, la pectina se disuelve bien, pero no la hemicelulosa, por lo cual los vegetales se mantienen rígidos aunque se los cocine. El mejor ejemplo de este efecto son los picles, durante cuya preparación se cocinan en un medio ácido y quedan por ello firmes y crocantes.

Esta propiedad también se puede aprovechar cuando se prepara salsas. Si queremos que la cebolla que hemos dorado no se deshaga totalmente, agreguemos el tomate en cuanto aquella tenga la textura que queremos que conserve en la salsa. La acidez del medio que causa el tomate impide que las paredes de las células de la cebolla se continúen desarmando.

En sentido contrario, en un medio alcalino, como el que se logra agregando bicarbonato de sodio al agua de cocción, las paredes se desarman rápidamente. Este efecto se puede aprovechar en algunas ocasiones, cuidando usar poco bicarbonato, pues confiere un sabor jabonoso al preparado.

Si el agua contiene mucho calcio, o si se sumergen vegetales en cal viva (óxido de calcio), ese elemento reacciona con las pectinas de la pared y forma pectinato de calcio, que es insoluble en agua. En tal caso el exterior del vegetal permanece rígido durante la cocción, como ocurre con los trozos de zapallo en almíbar.

Para que una cocción sea pareja, los trozos vegetales que se cocinan deben ser uniformes, pues de lo contrario algunos quedarán desechos y otros tendrán su interior crudo.

Los pigmentos que dan color a los vegetales pueden clasificarse en cuatro grandes grupos: (1) clorofila; (2) carotenoides; (3) antoxantinas y antocianinas, y (4) betalainas y betaxantinas. Cada vegetal contiene una mezcla de pigmentos entre los que uno principal le da el color que podemos apreciar. Los mismos pigmentos dan color a muchas flores.

Clorofila

La molécula de clorofila posee un grupo químico similar al de la hemoglobina de la sangre, que le da a esta su color rojo. Ese grupo químico tiene magnesio, y es crítico para la definición y conservación del color de la molécula. Una molécula de clorofila intacta es insoluble en agua, debido a que tiene larga cadena carbonada, pero por acción del calor y por la activación de una enzima llamada clorofilasa, el mencionado grupo queda libre y, como es soluble en agua, puede pasar del vegetal al medio de cocción. Cuanto más pigmento salga de las células, más color perderá el vegetal durante la cocción.

Con esta puede ocurrir que el magnesio sea reemplazado por iones de hidrógeno, naturales del vegetal pues todos los vegetales son ácidos. Con ello, el color cambia. Además, con una cocción prolongada la clorofila abandona el vegetal por convertirse en soluble en agua.

Por esta razón, para que el color verde se mantenga, se puede: (1) usar abundante agua, para que los ácidos naturales se diluyan y haya menos concentración que fuerce

al magnesio a ser reemplazado por los iones de hidrógeno; (2) esperar a que el agua hierva antes de agregar los vegetales, para que el tiempo de cocción sea menor, se desnaturalice más rápido la clorofilasa y la clorofila tenga menos oportunidad de escaparse del vegetal, y (3) enfriar rápidamente en agua con hielo luego de cocinar, para detener la acción enzimática y los cambios químicos.

Carotenoides

Estos compuestos químicos tienen colores que van del amarillo al rojo y están presentes en zanahorias, zapallos, tomates, sandías y otros vegetales. Son muy resistentes al calor, lo que evita que, aun con largas cocciones, los colores de los nombrados resulten significativamente alterados. Por ser solubles en grasas (liposolubles) y no hidrosolubles, no aparecerán en el agua de cocción, pero si usamos aceite veremos que este toma color.

Antocianinas y antoxantinas

Las antocianinas son pigmentos hidrosolubles que se encuentran en la mencionada vacuola y en las pieles o cáscaras de, por ejemplo, uvas, papas rojas, duraznos y ciruelas. Igual que la clorofila, son muy sensibles a cambios en la acidez del medio: tienden al rojo en medios ácidos, al violeta en medios neutros, al azul en medios ligeramente alcalinos y al verde en medios altamente alcalinos. Por esta razón, si se agregan frutos rojos a una masa de pastelería que lleva bicarbonato de sodio, es muy probable que las frutas se pongan verdes, como si estuvieran podridas. Si queremos hacer una preparación con repollo colorado, para que este permanezca rojo, agreguemos manzanas verdes ácidas o limón durante la cocción; de lo contrario el pigmento adquirirá un color índigo o añil (violeta azulado).

Las antoxantinas son pigmentos blancuzcos que dan su color pálido a, por ejemplo, papas, ajos, cebollas, harina y coliflor. Su estructura química es similar a la de las antocianinas y son muy solubles en agua. También se encuentran

dentro de las vacuolas de las células vegetales. Son muy sensibles a los cambios de acidez del medio de cocción: en uno ligeramente alcalino, las papas se tornan amarillentas, mientras que un medio ácido produce blanco puro, como el de los picles de coliflor. Si bien por ser hidrosolubles migran al agua de cocción, por su color claro y por ser transparentes no cambian casi el color del agua.

Betalainas y betaxantinas

Las betalainas son pigmentos rojos altamente solubles en agua que se encuentran dentro de la vacuola celular. Las betaxantinas son un grupo de ellos que tiende al anaranjado y al amarillo. Ambos son sensibles a los cambios de pH del medio, pero no sufren alteraciones tan espectaculares como las que experimentan las antocianinas. En medios ácidos conservan su color rojo brillante y en medios alcalinos se pueden tornar más oscuras y de tono azul verdoso. Por esto, muchas recetas que llevan remolachas prescriben agregar ácidos a la preparación. CH

Mariana Koppmann

Bioquímica, Facultad de Farmacia y Bioquímica, UBA.
Presidenta de la Asociación Argentina de Gastronomía Molecular.
mkoppmann@marianakoppmann.com

Alberto R Kornblihtt
Instituto de Fisiología, Biología Molecular y Neurociencias
UBA-Conicet

El descubrimiento de la estructura del ADN

Relatado por Francis Crick a su hijo Michael

Este año se cumplen sesenta años del desciframiento de la estructura del ADN, la molécula clave de las células vivas, que contiene la información genética y la transmite de generación en generación. Mucho se ha escrito sobre la importancia de este hallazgo, publicado por James Watson (1928-) y Francis Crick (1916-2004) en *Nature*, en abril de 1953. No solo fue un hito de la biología, o de la ciencia en general; probablemente lo haya sido de la humanidad toda. Antes de que los nombrados establecieran el modelo de la doble hélice, sabíamos que en el ADN se encontraba información, y que ella se heredaba, pero no sabíamos cómo estaba codificada y cuál era el mecanismo de su duplicación y de su posterior transmisión.

En coincidencia con este 60° aniversario se han puesto en remate documentos y objetos diversos de los protagonistas del descubrimiento, entre ellos una notable carta que Francis Crick enviara a su hijo Michael el 19 de marzo de 1953, pocos días antes de la publicación del mencionado artículo en *Nature*. Su valor histórico quizás justifique el precio de 6 millones de dólares pagado en remate en la casa Christie's de Nueva York el 10 de abril pasado.

La carta es ejemplar y emocionante por muchos motivos. Michael Crick –que devino programador de computación y creó uno de los primeros correctores ortográficos del programa Word– tenía doce años y estaba pupilo en una escuela, por lo que no vivía con su padre. Es sumamente interesante que este se propusiera relatar a un escolar un hallazgo científico de alta complejidad en términos claros y a la vez rigurosos. El hecho de que el alumno fuera su hijo sin duda agrega un componente afectivo clave, pero no explica por completo la decisión.

A mi entender, esta se basó en la convicción de que los hallazgos más complejos de la ciencia tienen que poder explicarse a un lego en forma sencilla y comprensible. Para ello, los conceptos deben sobreponerse a los detalles o, lo que es parecido, los segundos deben estar en función de los primeros.

Por otro lado, la carta refleja el respeto intelectual que Crick tenía por un niño de doce años y por sus capacidades cognitivas. La carta constituye un serio llamado de aten-

¿DE QUÉ SE TRATA?

Cómo un científico relató a su hijo de doce años uno de los descubrimientos más importantes de la biología moderna, que le reportaría el premio Nobel.

ción para un tipo de enseñanza que comienza por subestimar al alumno, le regatea la posibilidad de entender y disfrutar del entendimiento, reemplaza comprensión por memorización y abusa del principio de autoridad proclamando: *esto es así porque lo digo yo que soy el maestro y no importa que no lo entiendas, porque deberás aprenderlo.* Una educación así priva a los estudiantes de la pasión por el conocimiento, algo aun más grave en el caso de los adolescentes, que están en la etapa de la vida en que florecen las pasiones.

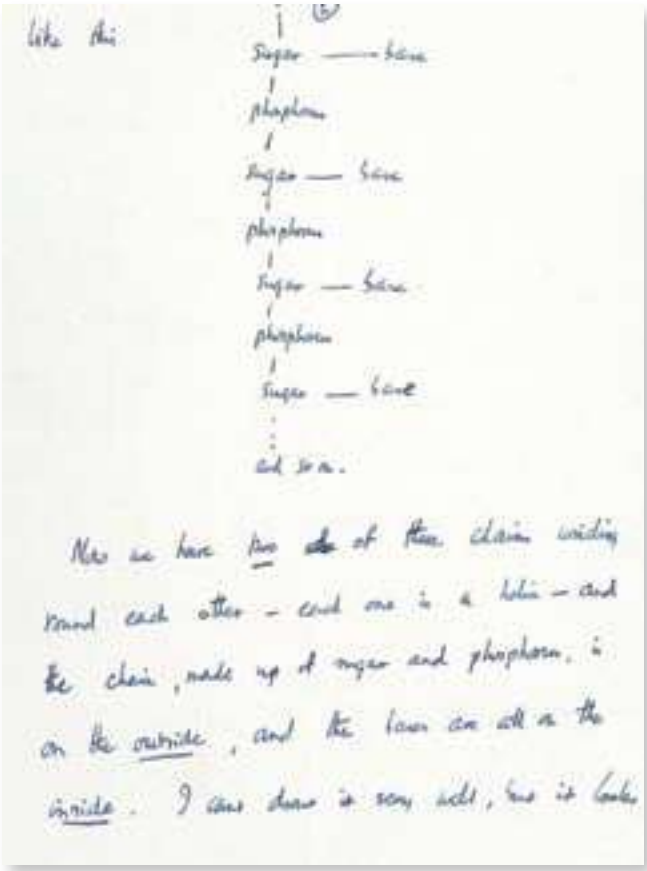
Crick reafirmó con su carta que es posible y deseable enseñar conceptos de biología molecular y de genética en el colegio y, con más razón, en los primeros cursos universitarios de las ramas científicas y biomédicas, aun antes de que los estudiantes hayan incorporado formalmente y con alguna profundidad contenidos de química y de física. También advirtió sobre lo innecesario de recurrir a metáforas exageradamente alejadas del proceso que se quiere describir, o demasiado fantasiosas. Caracterizó el modelo de la doble hélice sin recurrir a comparaciones con objetos familiares para su hijo, y recurrió a la metáfora del código, que seguirá siendo utilizada por legos y científicos desde entonces.

Aspectos no menores son la conciencia que mostró tener Crick de la belleza del modelo (*Nuestra estructura es muy bella... La belleza de nuestro modelo es que...*), así como su humildad ante su intento de representarlo gráficamente (*No lo puedo dibujar muy bien... El modelo es mucho más lindo que esto...*).

Al explicar cómo, a partir de una doble hélice y de una secuencia de bases, pueden obtenerse dos doble hélices con igual secuencia que la original, concluyó: *En otras palabras, pensamos que hemos encontrado el mecanismo básico de copiado por el cual la vida surge de la vida.* Esta conclusión, enunciada quizás por primera vez por Crick en la carta privada que comento a su hijo, se yergue como el certificado de defunción del vitalismo.

Esa teoría, en efecto, establecía que los organismos vivos eran diferentes de los objetos inanimados porque contenían un elemento no físico o estaban regidos por fuerzas distintas de las que operan en la física y la química. Tales hipotéticas fuerzas eran conocidas como entelequias, *élan vital* en francés o *vis viva* en latín, y podían asimilarse a un alma insustancial.

Hasta Watson y Crick sabíamos que, como dice la canción de Joan Manuel Serrat, 'a menudo los hijos se nos parecen', pero no sabíamos por qué. Las explicaciones vitalistas no eran totalmente desestimadas. A partir de ellos, no tenemos necesidad de recurrir a explicaciones ajenas al funcionamiento del mundo natural para entender cómo está codificada y se duplica la información que hace que nuestros hijos se nos parezcan. CH



Carta fechada en Cambridge el 19 de marzo de 1953 y enviada por Francis Crick a su hijo Michael, que entonces tenía doce años y estaba pupilo en un colegio. Está escrita en ambos lados de cuatro hojas y sintetiza conceptualmente el descubrimiento de la estructura molecular y la duplicación del ADN. Se reproduce del catálogo de la casa Christie's de Nueva York, donde el documento se vendió en remate el 10 de abril último por 6 millones de dólares.

Like this

The model looks much nicer than this.

Now the exciting thing is that while there are 4 different bases, we find we can only pair certain pairs of them together. The bases have names. They are Adenine, Guanine, Thymine & Cytosine. I will call them A, G, T and C. Now we find that the pairs

We can make – which have one base from one chain juice to one base from another – one only A with T and G with C.

Now on one chain, as far as we can see, one can have the bases in any order, but if the order is fixed, then the order on the other chain is also fixed. For example, suppose the first chain goes

A	- - - -	T
T	- - -	A
C	- - -	G
A	- -	T
G	- —	C
T	- —	A
T	- -	A

then the second must go

It is like a code. If you are given one set of letters you can write down the other.

Now we believe that the D.N.A. IS a code. That is, the order of the bases (the letters) makes one gene different from another gene (just as one page of print is different from another). You can now see how Nature makes copies of the genes. Because if the two chain unwind into two separate chains, and if each chain then makes another chain to come together on it, then because A always goes with T, and G with C, we shall get two copies where we had one before.

For example

A – T
T – A
C – G
A – T
G – C
T – A
T – A

chains separate

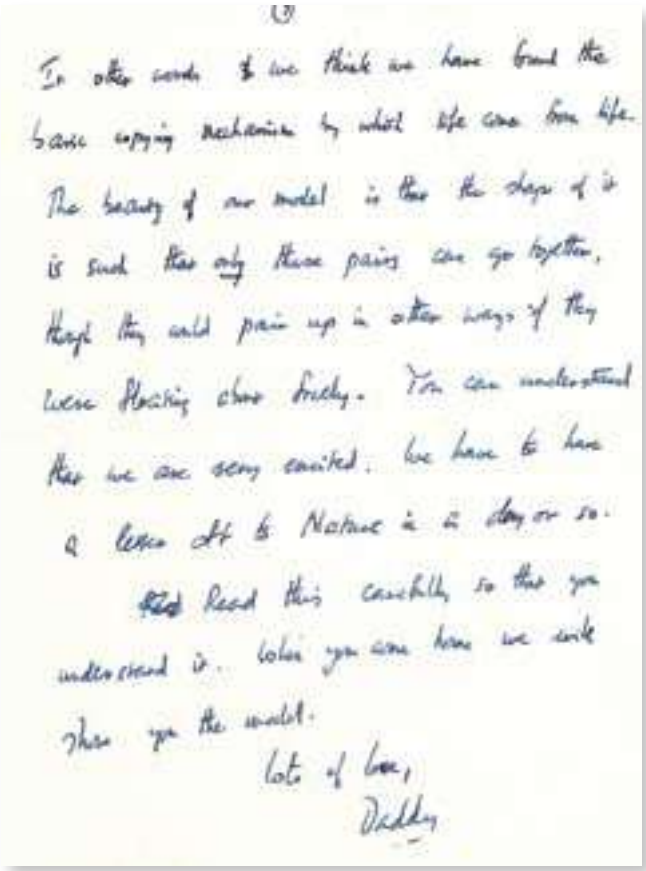
A
T
C
A
G
T
T

T
A
G
T
C
A
A

new chain form

A – T
T – A
C – G
A – T
G – C
T – A
T – A

T – A
A – T
G – C
T – A
C – G
A – T
A – T

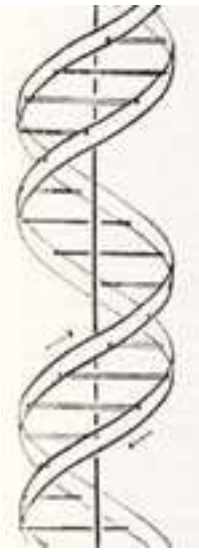


In other words if we think we have found the basic copying mechanism by which life came from life. The beauty of our model is that the shape of it is such that only these pairs can go together, though they could pair up in other ways if they were flexing about freely. You can understand that we are very excited. We have to have a letter off to Nature in a day or so. Read this carefully so that you understand it. When you come home we will show you the model.

Lots of love,

Daddy

Francis Harry Compton Crick. Foto Universidad de Stanford, 1980.



Esquema dibujado por Odile Speed Crick, esposa de Francis Crick, y publicado en la revista *Nature* para ilustrar el célebre artículo de su marido y James Watson que dio a conocer la composición de la molécula de ADN.

TRADUCCIÓN DE LA CARTA

19 Portugal Place, Cambridge, 19 de marzo de 1953

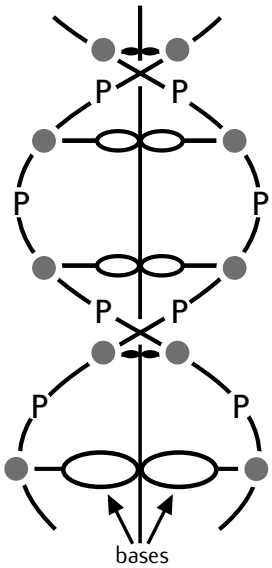
Querido Michael,

Jim Watson y yo probablemente hemos hecho un descubrimiento muy importante. Hemos construido un modelo para la estructura del ácido des-oxi-ribosa-nucleico (léelo cuidadosamente), llamado en forma abreviada ADN. Quizá recuerdes que los genes de los cromosomas —que llevan los factores hereditarios— están hechos de proteínas y de ADN.

Nuestra estructura es muy bella. El ADN puede ser imaginado groseramente como una cadena muy larga con pedacitos chatos que sobresalen. Los pedacitos chatos se llaman las 'bases'. La fórmula es más o menos así:

fósforo
|
azúcar —— base
|
fósforo
|
azúcar —— base
|
y así sucesivamente

Ahora bien, tenemos dos de estas cadenas enroscándose entre ellas —cada una es una hélice—. La cadena hecha de azúcar y fósforo está en la parte externa, y las bases están todas en la parte interna. No lo puedo dibujar muy bien, pero se parece a esto:



El modelo es mucho más lindo que esto.

Ahora, lo interesante es que mientras hay cuatro bases diferentes, encontramos que solo podemos armar determinados pares con ellas. Las bases tienen nombres. Ellos son adenina, guanina, timina y citosina. Las llamaré A, G, T y C. Encontramos que los pares que podemos armar —los cuales tienen una base de una cadena unida a una base de la otra— son solamente:

A con T
y
C con G

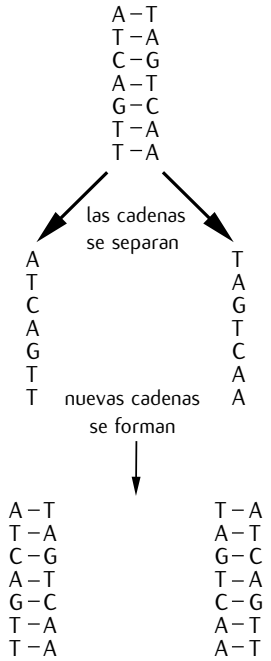
Ahora, hasta donde podemos ver, en una cadena uno puede tener las bases en cualquier orden pero, si su orden está fijo, entonces el orden en la otra cadena queda también fijo. Por ejemplo, supongamos que la primera cadena es la de la izquierda, entonces la segunda cadena debe ser la de la derecha, así:

A ---------- T
T ---------- A
C ---------- G
A ---------- T
G ---------- C
T ---------- A
T ---------- A

Es como un código. Si te dan un conjunto de letras, podrás escribir las otras.

Nosotros creemos que el ADN es un código. Esto es, el orden de bases (las letras) hace a un gen diferente de otro gen (así como una página impresa es diferente de otra). Podrás ahora ver cómo la naturaleza hace copias de los genes. Porque si las dos cadenas se desenroscan en dos cadenas separadas, y si cada cadena hace entonces que otra cadena se le junte, entonces porque A siempre va con T, y G con C, tendremos dos copias donde antes teníamos una.

Por ejemplo:



En otras palabras, pensamos que hemos encontrado el mecanismo básico de copiado por el cual la vida proviene de la vida. La belleza de nuestro modelo es que su forma es tal que solo esos pares pueden ir juntos, aunque podrían aparearse de otras formas si estuvieran flotando libremente. Podrás entender que estamos muy entusiasmados. Tenemos que mandar una carta a *Nature* en uno o dos días. Lee esta con cuidado para entenderla. Cuando vengas a casa te mostraremos el modelo.

Muchísimos cariños.

Papi

Traducción del autor de la nota y Ciencia Hoy

LECTURAS SUGERIDAS

CRICK F, 1988, *What Mad Pursuit: A Personal View of Scientific Discovery*, Basic Books, Nueva York.

WATSON JD, 2001 [1968], *The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA*, Touchstone, Nueva York.

WILKINS M, 2003, *The Third Man of the Double Helix: The Autobiography of Maurice Wilkins*, Oxford University Press.

Alberto R Kornblihtt

Doctor en ciencias químicas, UBA.
Profesor titular, FCEYN, UBA.
Investigador superior del Conicet.

UNA VIDA DE CONOCIMIENTO

El CONICET cumple 55 años

CONICET 55 Años Una vida de conocimiento

El 5 de febrero celebró un nuevo aniversario de su creación, allá por 1958. Actualmente reúne unos 20 mil integrantes en todo el país entre investigadores, técnicos, becarios y administrativos

Hace más de 55 años que el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas comenzó a narrar su vida como institución. En el país se desarrolla ciencia y tecnología hace más de 200 años, sintetizándose la organización de la investigación en este ente rector de la ciencia y la tecnología para el desarrollo nacional, un 5 de febrero de 1958.

Para celebrar esta importante fecha, el CONICET, bajo el lema "una vida de conocimiento", desarrollará diversas actividades a lo largo del segundo semestre del año. Desde reconocimientos a destacados miembros de la comunidad científica hasta charlas, talleres y diferentes propuestas de interacción y vinculación con la sociedad.

La creación del Consejo cuenta con antecedentes en organismos que concentraron la promoción de la técnica y la ciencia, aquellos que en 1947 situaron a la Argentina en la escena internacional a partir del Premio Nobel de Medicina que recibió el Dr. Bernardo A. Houssay por sus descubrimientos.

Su primer presidente, Houssay, le infundió a la institución una visión estratégica expresada en claros conceptos organizativos. Su misión, desde su origen hasta el día de hoy, es la "promoción y ejecución de actividades científicas y tecnológicas en todo el territorio nacional y en las distintas áreas del conocimiento", siempre apuntando al avance científico y tecnológico en el país, al desarrollo de la economía nacional y al mejoramiento de la calidad de vida, considerando los lineamientos establecidos por el Gobierno Nacional.

En diferentes períodos, la ciencia y la tecnología nacional estuvieron sometidas a las circunstancias de la vida política, social y cultural. En los últimos 10 años el Consejo ha visto crecer al país y potenciar su capacidad de fomentar y financiar la investigación científica y tecnológica, como nunca antes en su historia. El CONICET es un organismo autárquico bajo la órbita del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación.

Había una vez un ratón, 58 años después

Un espécimen conservado desde 1955 en las colecciones del Museo de Historia Natural de San Rafael, Mendoza, fue catalogado como una nueva especie de mamífero roedor tras nuevos estudios

Por Alejandro Cannizzaro

La especie descubierta pertenece al género *Holochilus*, ratas nativas vulgarmente conocidas como ratas nutria, animales de hábitos anfibios, tamaño mediano a grande, color rojizo y membrana interdigital en las patas posteriores que potencia sus habilidades para nadar.

El investigador independiente del CONICET Ulyses Pardiñas, del Centro Nacional Patagónico (CENPAT-CONICET), destaca que "este hallazgo, además de incorporar una especie más a la lista de mamíferos, constituye un hecho novedoso para la biología de América del Sur debido a que ninguna especie de *Holochilus* había sido encontrada nunca en ambientes desérticos como el cauce medio del río Atuel".

El estudio publicado en la revista científica *Journal of Mammalogy* se realizó en base a un ejemplar que un pescador, 58 años atrás, llevó al Museo de Historia Natural. Humberto Lagiglia, en ese entonces director y fundador de la institución, lo preparó y fue conservado hasta la actualidad. "Es por eso que a modo de homenaje, la nueva especie lleva el nombre *Holochilus lagigliai*", cuenta Pardiñas.

Al trabajo se le suma también el estudio de tres mandíbulas del Holoceno, es decir, los últimos 10.000 años de la historia de la Tierra, también encontradas por el fundador del Museo de Historia Natural en Cueva del Indio, un importante sitio arqueológico y paleontológico ubicado en cercanías de San Rafael.

"A partir de las mandíbulas encontradas pudimos compararlas con la del espécimen hallado 58 años atrás. Son iguales en su morfología. La similitud de dientes permite suponer que todas pertenecen a la misma nueva especie de rata nutria", concluye Pardiñas.

Este nuevo animal de la especie de los *Holochilus* genera en los investigadores una serie de preguntas e incógnitas que aún no han

sido develadas. ¿Cuáles son las relaciones de parentesco con las otras familias de roedores? ¿Cómo son sus hábitos alimenticios? ¿Cómo emigró y se adaptó a estas regiones hostiles por sus bajas temperaturas en las que es poco frecuente encontrar ratones anfibios?

Para Pardiñas es crucial determinar si esta rata sigue presente en la región y, si así fuera, busca obtener nuevos ejemplares para profundizar en estudios anatómicos y comparados que permitan dar respuestas a todas las incógnitas y plantear posibles estrategias de conservación.

Diálogo con un becario

Por Mariela López Cordero

Lucas Palladino es becario doctoral del CONICET en el Centro de Investigaciones "María Saleme Burnichón" de la Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), donde además realiza el doctorado en Antropología. Obtuvo su licenciatura en Geografía en la UNC y se especializó en el área de geografía cultural.

Estudia cómo vive un pueblo originario cordobés en Barrio Alberdi. El Pueblo de la Toma fue un asentamiento que albergó a miles de Comechingones a lo largo de los siglos. Con el correr de la historia esta comunidad fue silenciada y desplazada, pero en 2008 se conformaron nuevamente como un colectivo que reclama por el reconocimiento de sus derechos.

¿Qué es el Pueblo de La Toma?

Es una comunidad originaria de la ciudad de Córdoba, la única del país que se proclama nativa de una urbe. Los Comechingones están allí desde tiempos anteriores a la colonia. Existe un archivo en el que, a través de una carta escrita por un *curaca* –cacique-, se reconoce que los Comechingones donaron tierras a la ciudad para el emplazamiento de uno de los principales cementerios, el San Jerónimo. El territorio que ocupaban era muy extenso, superando los límites de lo que hoy se conoce como ciudad de Córdoba. No obstante, con los años fueron expulsados y silenciados, pero muchos permanecieron en la zona.

¿Mantuvieron sus lazos desde entonces?

No, la historia y los mestizajes provocaron que los habitantes de La Toma se fueran desplazando, de manera muy atomizada, pero permanecieron en barrios aledaños. En 2008 el Instituto de Culturas Aborígenes realizó una investigación que buscaba descendientes de Comechingones, y como resultado ocho familias se reconocieron como tales y constituyeron una comunidad. En total suman trescientas veinte personas, de las cuales militan sólo veinte o treinta.

¿Qué quiere decir que constituyeron una comunidad?

Esto significa que existen lazos, porque tienen el proyecto común de lograr el reconocimiento como aborígenes frente al Estado. Además este proceso de comunalización –término acuñado por el antropólogo James Brow– implica la construcción política de un grupo, reforzada por un sentimiento de pertenencia que, a su vez, se sostiene a través de representaciones y prácticas. El sentimiento de primordialización significa concebir que las relaciones de parentesco vienen de tiempos inmemoriales pero que, por otro lado, conlleva una reinvención de la tradición que fortalezca ese sentimiento.

¿Qué elementos rescatan estas familias para proclamarse Comechingones?

Los comuneros, por un lado, reclaman la filiación de la sangre mediante algún antepasado Comechingón, mientras que por otro aseguran que estos familiares han vivido en el Pueblo de La Toma. Esto se puede confirmar, por ejemplo, en los libros de bautismo. Por último, recuperan ciertos elementos que ellos consideran como aborígenes, como el respeto por la naturaleza y lo espiritual.

¿Mantienen costumbres ancestrales, típicas de los Comechingones?

Las tradiciones pueden verse en comidas como el patai, en casamientos arreglados luego del ritual de la primera menstruación y en actividades relacionadas a la cestería y a la cerámica, donde el significado de lo Comechingón está muy vivo y se resignifica constantemente. No obstante, en gran medida, las costumbres de esta comunidad tienen que ver con reconstrucciones en base a estudios científicos acerca de los Comechingones y atiende a un discurso global donde se asocia lo aborigen con lo natural, ligado a prácticas ecológicas. Se da una hibridación entre lo que viene por tradición familiar y lo que se supone que un Comechingón debe ser, como una negociación para ser reconocidos.

¿Cómo es la actitud, por parte de la sociedad, frente a estas identidades reconstruidas?

La disputa de fondo es si se concibe la identidad en términos biológicos o como una memoria compartida y un sentimiento actualizado en el presente. Si bien estas identidades son históricas y tienen un anclaje territorial, son siempre negociaciones. Se van reactivando y el hecho de ser cambiantes e híbridas no las invalida como identidades. Esto contradice un poco el imaginario según el cual el pueblo argentino desciende de los barcos y el aborigen está enclavado en el pasado y en un contexto rural, que está en la base de la construcción de Estado nacional. Esta búsqueda de identidades puras no reconoce la historia de mestizaje, colonial, de la que estos pueblos fueron y son parte.

¿Qué te motivó a estudiar esto?

Vivir en Brasil, donde veía negros y aborígenes, en la ciudad y en la universidad, despertó en mí la pregunta ¿qué pasó con otros pueblos, por ejemplo el Comechingón? A nivel físico, fenotípico, acá no se ve esa diversidad. Y, por otro lado, me interesaba pensar el territorio desde una noción no estatal. El Estado moderno se funda en concebir el territorio como un área donde se asienta la población. Quería pensar, a partir de estas identidades, formas de territorialidad que no implican necesariamente la conformación de áreas, que tienen otra relación con la naturaleza, con el espacio. ■

Monógamos seriales y padres ejemplares

Científicos estudiaron la estructura social de los monos Mirikiná argentinos, y analizaron la influencia de individuos solteros en el apareamiento y las relaciones intragrupales

Por Lucila Espósito

La monogamia suele ser pensada como una característica humana –aun cuando, en el mundo, la mayoría de las sociedades practican algún tipo de poligamia–, sin embargo, hay especies animales que tienen la misma estructura social, romanticismo aparte. Los monos Mirikiná son uno de los pocos primates que conviven en un sistema monógamo, es decir que forman una pareja macho-hembra estable por un período de tiempo prolongado, más allá del momento de la reproducción.

Estos "monos nocturnos", como se los suele llamar, habitan en los bosques húmedos y reservas naturales de Chaco y Formosa, en Argentina. Como su nombre común lo indica, los Mirikiná tienen la visión especialmente adaptada para estar activos incluso en la oscuridad. Estos pequeños mamíferos forman grupos compuestos únicamente por una pareja reproductora y hasta cuatro infantes y juveniles, que a la edad de tres años abandonan el grupo materno y se dispersan en busca de formar su propio núcleo.

"Comencé a estudiarlos hace quince años porque estaba interesado en ver cómo funcionan las diferencias sexuales, las relaciones sociales y los roles que machos y hembras juegan en el mantenimiento del sistema social monógamo", comenta Eduardo Fernández-Duque, biólogo del CONICET en el Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL, UNNE-CONICET) y miembro del Departamento de Antropología de la Universidad de Pensilvania, Estados Unidos.

Fernández-Duque desarrolla su trabajo de investigación junto con colegas, estudiantes, voluntarios y asistentes, argentinos y extranjeros. Con base en la Estancia Guaycolec en Formosa recolectaron información demográfica, hormonal, genética y de comportamiento de 18 grupos de monos Mirikiná. El estudio reciente, realizado en colaboración con la bióloga Maren Huck de la universidad de Derby en Inglaterra, se enfocó en la comprensión del sistema social de los primates y de los factores que pueden haber favorecido esta configuración. Los resultados fueron publicados en la prestigiosa revista *PLoS One*.

¿Hasta que la muerte nos separe?

Este escenario aparentemente pacífico, los investigadores explican que se ve interrumpido por la presencia de machos y hembras solteros, también llamados "flotadores", que buscan desplazar a uno de los miembros de la pareja y tomar su lugar. Estos monos son adultos jóvenes, de entre 3 y 4 años de edad, que se han dispersado de su grupo de nacimiento en búsqueda de formar uno propio.

Si bien en promedio todos los individuos tienen dos parejas durante su vida reproductiva, los investigadores sostienen que los reemplazos ocurren por causas naturales o por la acción de los flotadores, pero nunca se observó que un macho o hembra abandone a su pareja. Los resultados de la investigación muestran que la duración promedio de una pareja es de 9,1 años, durante los cuales producen crías casi todos los años.

Al respecto Huck comenta: "Sabíamos por experiencia que los monos Mirikiná no son monógamos para toda su vida, sino que son 'monógamos-seriales', es decir que tienen varias uniones estables a lo largo de su vida. Nuestro objetivo fue confirmarlo y determinar cómo ocurre el reemplazo de pareja, qué papel desempeña la agresividad entre individuos del mismo sexo y si es igual para machos y hembras".

La investigación de Fernández-Duque y Huck demuestra que tanto hembras como machos sufren una fuerte competencia y agresión por parte de estos "flotadores" no agrupados, con un impacto negativo en la reproducción y posibles consecuencias fatales para el adulto expulsado: los individuos con una única pareja durante toda su vida produjeron un 25 por ciento más de crías por década que aquellos con dos o más parejas.

Esta diferencia en el éxito reproductivo es consecuencia del retraso en la reproducción que ocurre posterior a la incorporación del nuevo macho o hembra, ya que cuando una pareja se disuelve, la nueva pareja se saltea un año de apareamiento.

Al llamar la atención sobre la presencia de los flotadores, los investigadores apuntan a demostrar que en esta especie de primates monógamos la relación entre la cantidad de machos y la cantidad de hembras disponibles para la reproducción no es uno a uno, como se creía previamente.

"Es necesario revisar el esquema de competencia: primero, porque no es solamente con los otros grupos, sino con los flotadores, y segundo, porque no sabemos si la relación de sexos de los flotadores es igual o no, aún no sabemos con cuántos otros ejemplares compite un individuo", explica Fernández-Duque.

Un padre presente

Otro aspecto llamativo del comportamiento social de los Mirikiná es el vínculo que establece el macho con su cría desde el nacimiento. Después de la primera semana de vida, es él quien se encarga de cuidar, proteger, acicalar y entretener a la cría, mientras que la hembra se limita prácticamente sólo a amamantarla. Este lazo perdura a lo largo de los años, incluso pasada la etapa de infante.

"La monogamia es un elemento que está fuertemente asociado a la formación de este vínculo tan estrecho: no hemos tenido un solo caso de fertilización fuera de la pareja. Entonces estos machos están cien por ciento seguros de que están cuidando a su cría", explica Fernández-Duque.

Según los investigadores este comportamiento es muy inusual, tanto en mamíferos como en otros primates dado que la fertilización interna genera incertidumbre sobre la paternidad. "Evolutivamente, cuando el macho no tiene certeza de ser el padre biológico puede ser una mejor estrategia buscar más hembras con quienes copular para reproducirse más. Pero si se mantiene un sistema de relaciones monogámicas, el macho no tendría otras hembras fácilmente disponibles, por lo que si se ocupa de las crías puede aumentar su éxito reproductivo", explica Huck. ■

En 1996 Fernández-Duque estableció el Proyecto Mirikiná en la provincia de Formosa, un programa interdisciplinario de investigación de la especie. El equipo de trabajo basado en Formosa incluye a Marcelo Rotundo –técnico–, Víctor Dávalos –profesor de biología– y Cecilia Juárez –becaria posdoctoral del CONICET–.
En 1999, junto con su esposa y colega, Claudia Valeggia, establecieron la Fundación Ecosistemas del Chaco Oriental. Ambas iniciativas contribuyen a preservar la diversidad cultural y biológica del Gran Chaco argentino.

ÍNDICE del volumen 22

Autores

Abriani, Arturo D
Tránsito urbano. El caso de Buenos Aires, 131: 18

Albareda, Diego
Ver: Victoria González Carman

Almada, Pablo
Ver: Nancy Correa

Arozamena, Leandro
Los premios Nobel 2012, 130: 23

Asúa, Miguel de
Reseña del libro *Espectros de la ciencia. Fantasías científicas de la Argentina del siglo XIX*, 132: 7

Bargiela, Martha
La calidad del agua del río Matanza-Riachuelo, 132: 12

Becerra, Federico
Ver: Aldo I Vassallo

Beigt, Débora
El lago Nahuel Huapi: un registro de erupciones, deslizamientos y tsunamis, 130: 50

Berberián, Eduardo E
Ver: Julián Salazar

Boltovskoy, Demetrio
Ver: Esteban Paolucci

Briano, Juan
Ver: Guillermo Cabrera Walsh

Bruno, Ignacio
Ver: Victoria González Carman

Cabrera Walsh, Guillermo
El control biológico de plagas, 128: 56

Campagna, Claudio
Ver: Victoria González Carman

Cataldo, Daniel
Ver: Esteban Paolucci

Ciencia Hoy
Entrevista a Roberto Salvarezza, presidente del Conicet, 127: 7
El saneamiento del Riachuelo, 132: 9

Correa, Nancy
Agua de lastre y especies exóticas, 131: 59

Coso, Omar
Ver: Leandro Arozamena

Davio, Carlos
Ver: Leandro Arozamena

Di Virgilio, María Mercedes
Saneamiento y renovación urbana, 132: 21

Domingues, Ivan
De plagios y fraudes, 129: 7

Dzendoletas, M Andrea
Ver: Débora Beigt

Enrique de Briano, Alba
Ver: Guillermo Cabrera Walsh

Fassiano, Anabella Victoria
Biomarcadores. Señal de alerta de contaminación ambiental. Aplicación del estrés Oxidativo, 131: 8

Fernández, Raúl
Minería a cielo abierto, 128: 6

Forasiepi, Analía M
Ver: Francisco Prevosti

Franco Salvi, Valeria L
Ver: Julián Salazar

Gabri, Mariano R
Ver: Valeria I Segatori

Gangui, Alejandro
La esfera armilar, 130: 38
¿Cuán errante en torno a la tierra se desplaza el Sol?, 132: 40

García, Jaime
Guía del cielo nocturno. Número 31, julio-agosto de 2012, 127: 57
Guía del cielo nocturno. Número 32, enero-junio de 2013, 130: 57

Garibaldi, Lucas A
Cambio climático e insectos herbívoros, 129: 44

Gellon, Gabriel
Una narración en el aula: la extinción de los dinosaurios, 129: 58
De caracoles y berilio. Tensiones entre datos y teorías, 131: 40

Gil Montero, Raquel
San Antonio del Nuevo Mundo y las ciudades efímeras creadas por la minería de plata en los Andes coloniales, 128: 40

Gómez, Eduardo A
Ver: Débora Beigt

Gómez, Fernando J
La biosfera primitiva, la tierra actual y vida extraterrestre, 128: 21

González Carman, Victoria
Tortugas marinas en aguas argentinas: 127: 13

Gutiérrez Gregoric, Diego E
Un gigante africano invade la Argentina, 129: 39

Hermann, Romina
El infarto agudo de miocardio. El camino hacia nuevas terapias para su tratamiento, 131: 31

Hermida, Élida B
Residuos plásticos, 132: 25

Iorio, Alicia
Ver: Martha Bargiela

Juárez, Ángela Beatriz
Ver: Anabella Victoria Fassiano

Kaiser, Germán
Ver: Adrián Mutto

Koppmann, Mariana
El huevo: un abanico de aplicaciones culinarias, 128: 53
El almíbar y los caprichos de la cristalización, 129: 61
El dorado de la carne, 130: 31
La masa del pan, 131: 45
¿Por qué cambian la textura y el color de los vegetales que cocinamos?, 132: 50

Kornblihtt, Alberto R
El descubrimiento de la estructura del ADN. Relatado por Francis Crick a su hijo Michael, 132: 53

Malosetti Costa, Laura
Destinos públicos de los daguerrotipos, 129: 12

Martín, Lucas
El giro judicial de la política en la democracia argentina, 132: 45

Merlinsky, María Gabriela
Los desafíos políticos e institucionales del saneamiento del Riachuelo, 132: 16

Mianzan, Hermes
Ver: Victoria González Carman

Mucci, Nicolás
Ver: Adrián Mutto

Mutto, Adrián
Producción de bovinos bitransgénicos y clonados para la producción de leche maternizada, 131: 13

Nogués, Guadalupe
Enseñar ciencia con ayuda de una historia de medicina experimental, 127: 46
¿Qué es un ser vivo?, 128: 49

Núñez, Verónica
Ver: Diego E Gutiérrez Gregoric

Olivieri, Alejandro C
Historias de metales, de amor, de locura y de muerte, 128: 14
La tabla periódica, 131: 43

Outes, Valeria
Ver: Débora Beigt

Paolucci, Esteban
Un mejillón invasor alimenta a crías de peces nativos, 127: 40

Paritsis, Juan
Ver: Lucas A Garibaldi

Paz, Juan Pablo
Ver: Leandro Arozamena

Pereira de Almeida, Nageli
Ver: Márcia Soares Chaves

Perez, S Ivan
Origen y evolución de los humanos. La historia de la divergencia de los primates, 129: 22

Pitossi, Fernando
Ver: Leandro Arozamena

Ponce, Juan Federico
La plataforma submarina y la costa atlántica argentina durante los últimos 22.000 años, 127: 50

Prendes, María Gabriela Marina
Ver: Romina Hermann

Prevosti, Francisco
Mamíferos carnívoros terrestres en América del Sur. Un experimento de aislamiento geográfico, conexiones continentales y millones de años, 130: 6

Prosdocimi, Laura
Ver: Victoria González Carman

Rabassa, Jorge
Ver: Juan Federico Ponce

Raggio, Víctor
Tus genes en un dispositivo de memoria, 127: 28

Reboratti, Carlos
Conflictos socioambientales y minería en la Argentina, 130: 42

Ríos de Molina, María del Carmen
Ver: Anabella Victoria Fassiano

Salazar, Julián
Agricultores del valle de Tafí hace 2000 años, 127: 20

Segatori, Valeria I
Sobre vacunas, monos, azúcares y cáncer, 130: 16

Soares Chaves, Márcia
Las royas del trigo. La seguridad alimentaria amenazada, 131: 25

Varela, Alicia
Ver: Romina Hermann

Vassallo, Aldo I
Los ocultos del Infiernillo, 129: 31

Vélez, Débora E
Ver: Romina Hermann

Villarosa, Gustavo
Ver: Débora Beigt

Vogler, Roberto E
Ver: Diego E Gutiérrez Gregoric

Weinschelbaum, Federico
Ver: Leandro Arozamena

Zimicz, Natalia
Ver: Francisco Prevosti

Artículos

Agricultores del valle de Tafí hace 2000 años
Julián Salazar, Valeria L Franco Salvi y Eduardo E Berberián, 127: 20

Agua de lastre y especies exóticas
Nancy Correa y Pablo Almada, 131: 59

Biomarcadores. Señal de alerta de contaminación ambiental. Aplicación del estrés oxidativo
Anabella Victoria Fassiano, María del Carmen Ríos de Molina y Ángela Beatriz Juárez, 131: 8

Biosfera primitiva, la tierra actual y vida extraterrestre, La
Fernando J Gómez, 128: 21

Bovinos bitransgénicos y clonados para la producción de leche maternizada, Producción de
Germán Kaiser, Nicolás Mucci y Adrián Mutto, 131: 13

Cambio climático e insectos herbívoros
Lucas A Garibaldi y Juan Paritsis, 129: 44

Ciudades efímeras creadas por la minería de plata en los Andes coloniales, San Antonio del Nuevo Mundo y las
Raquel Gil Montero, 128: 40

Conflictos socioambientales y minería en la Argentina
Carlos Reboratti, 130: 42

Control biológico de plagas, El
Guillermo Cabrera Walsh, Juan Briano y Alba Enrique de Briano, 128: 56

Daguerrotipos, Destinos públicos de los
Laura Malosetti Costa, 129: 12

Descubrimiento de la estructura del ADN, EL. Relatado por Francis Crick a su hijo Michael
Alberto R Kornblihtt, 132: 53

Genes en un dispositivo de memoria, Tus
Víctor Raggio, 127: 28

Gigante africano invade la Argentina, Un
Diego E Gutiérrez Gregoric, Verónica Núñez y Roberto E Vogler, 129: 39

Infarto agudo de miocardio, El. El camino hacia nuevas terapias para su tratamiento
Romina Hermann, Débora E Vélez, María Gabriela Marina Prendes y Alicia Varela, 131: 31

Infiernillo, Los ocultos del
Aldo I Vassallo y Federico Becerra, 129: 31

Lago Nahuel Huapi: un registro de erupciones, deslizamientos y tsunamis, El
Débora Beigt, Gustavo Villarosa, Valeria Outes, M Andrea Dzendoletas y Eduardo A Gómez, 130: 50

Mamíferos carnívoros terrestres en América del Sur. Un experimento de aislamiento geográfico, conexiones continentales y millones de años
Francisco Prevosti, Analía M Forasiepi y Natalia Zimicz, 130: 6

Mejillón invasor alimenta a crías de peces nativos, Un
Esteban Paolucci, Daniel Cataldo y Demetrio Boltovskoy, 127: 40

Metales, de amor, de locura y de muerte, Historias de
Alejandro C Olivieri, 128: 14

Minería a cielo abierto
Raúl Fernández, 128: 6

Origen y evolución de los humanos. La historia de la divergencia de los primates
S Ivan Perez, 129: 22

Plagios y fraudes, De
Ivan Domingues, 129: 7

Plataforma submarina y la costa atlántica argentina durante los últimos 22.000 años, La
Juan Federico Ponce y Jorge Rabassa, 127: 50

Política en la democracia argentina, El giro judicial de la
Lucas Martín, 132: 45

Residuos plásticos
Élida B Hermida, 132: 25

Riachuelo, El saneamiento del
Ciencia Hoy, 132: 9

Riachuelo, Los desafíos políticos e institucionales del saneamiento del
María Gabriela Merlinsky, 132: 16

Río Matanza-Riachuelo, La calidad del agua del
Martha Bargiela y Alicia Iorio, 132: 12

Royas del trigo, Las. La seguridad alimentaria amenazada
Márcia Soares Chaves y Nageli Pereira de Almeida, 131: 25

Saneamiento y renovación urbana
María Mercedes Di Virgilio, 132: 21

Tortugas marinas en aguas argentinas
Victoria González Carman, Hermes Mianzan, Ignacio Bruno, Laura Prosdocimi, Diego Albareda y Claudio Campagna, 127: 13

Tránsito urbano. El caso de Buenos Aires
Arturo D Abriani, 131: 18

Vacunas, monos, azúcares y cáncer, Sobre
Valeria I Segatori y Mariano R Gabri, 130: 16

Cartas de lectores

Cambio climático, Una mirada realista sobre el cambio climático
José E Grassi y Silvia Duhau, 127: 4

Ciencia Hoy en el aula
Mónica Gerena, 132: 6

¿Dónde vivió el *Australopithecus afarensis*?
Martín Roubicek, 131: 6

Mejorar la enseñanza universitaria
Hugo Laborde, 131: 7

Minería a cielo abierto
Tomás Buch, 129: 6

Ciencia en el aula

Caracoles y berilio, De. Tensiones entre datos y teorías
Gabriel Gellon, 131: 40

¿Cuán errante en torno a la tierra se desplaza el Sol?
Alejandro Gangui, 132: 40

Enseñar ciencia con ayuda de una historia de medicina experimental
Guadalupe Nogués, 127: 46

Esfera armilar, La
Alejandro Gangui, 130: 38

Extinción de los dinosaurios, Una narración en el aula: la
Gabriel Gellon, 129: 58

¿Qué es un ser vivo?
Guadalupe Nogués, 128: 49

Tabla periódica, La
Alejandro C Olivieri, 131: 43

Ciencia en el mundo

Premios Nobel 2012, Los
Leandro Arozamena, Federico Weinschelbaum, Juan Pablo Paz, Fernando Pitossi, Carlos Davio y Omar Coso, 130: 23

Ciencia y sociedad

Almíbar y los caprichos de la cristalización, El
Mariana Koppmann, 129: 61

Carne, El dorado de la
Mariana Koppmann, 130: 31

Huevo: un abanico de aplicaciones culinarias, El
Mariana Koppmann, 128: 53

Masa del pan, La
Mariana Koppmann, 131: 45

¿Por qué cambian la textura y el color de los vegetales que cocinamos?
Mariana Koppmann, 132: 50

Editorial

Científicos y la divulgación de la ciencia, Los, 129: 4

Desafíos del sector académico, 130: 4

Otra vez el Riachuelo, 132: 4

Formar doctores: ¿cuántos y para qué?, 131: 4

Minería, Una actividad conflictiva: la, 128: 4

Patrimonio cultural y sus usos, El, 127: 5

Entrevista

Entrevista a Roberto Salvarezza, presidente del Conicet
Ciencia Hoy, 127: 7

El pasado en imágenes

Cablecarril de Chilecito a La Mejicana, El. Fotografías de Max Cooper, 128: 28

Viejos teatros de Buenos Aires, 131: 48

Riachuelo, El, 132: 30

Nota

Guía del cielo nocturno. Número 31, julio-diciembre de 2012
Jaime García, 127: 57

Guía del cielo nocturno. Número 32, enero-junio de 2013
Jaime García, 130: 57

Reseña

Reseña del libro *Espectros de la ciencia. Fantasías científicas de la Argentina del siglo XIX*
Miguel de Asúa, 132: 7

Suscríbase al conocimiento

CIENCIA HOY

Si lo apasiona la ciencia
y el descubrimiento...
no puede dejar pasar
esta oportunidad

Av. Corrientes 2835, cuerpo A, 5° A
(C1193AAA) Ciudad de Buenos Aires
Tel/fax: (011) 4961-1824 y 4962-1330

Suscríbase por internet en el sitio
http://www.cienciahoy.org.ar/suscripcion/index.php
usando la opción Dinero Mail *(solo Argentina)*

Nicolás Bonadeo, Jefe del Departamento de Física Aplicada y Ensayos No Destructivos.

130 profesionales, 249.600 horas de investigación al año.

Desde el Centro de Investigación Industrial de Tenaris en Campana se mejoran los procesos en planta mientras se estudia e investiga el producto junto a usted. Para que pueda contar con la mejor respuesta de nuestros productos hasta en la más exigente de sus operaciones. Porque para que pueda llegar lejos, necesitamos estar más cerca.

Tecnología en el producto. Innovación en el servicio.

www.tenaris.com/argentina

Tenaris