

# LA LEY Y EL ORDEN (CIENTÍFICO)

## EL ARSÉNICO REEMPLAZA AL FÓSFORO

por Alejandro Ferrari\*

**H**ace ya unos cuantos años ví una película en la que tenía lugar un diálogo que me marcó por siempre. Creo recordar que se trataba de la película «Esfera», con Sharon Stone, Dustin Hoffman y Samuel L. Jackson, y durante ese diálogo uno de los personajes hacía una afirmación tajante: «Si rompes las leyes de la física, tienes que pagar el precio».

¡Es una gran frase! En esa película, la «ley» que mencionan funciona de manera similar a una ley de tránsito: «Si pasas con el semáforo en rojo, debes pagar una multa». Pero, ¿esas leyes –las de la física y las de tránsito– pertenecen a la misma clase? ¿Se puede «romper» una ley de la física, tal como se quiebra un mandamiento o se viola una ley provincial? ¿Qué hay de una ley de la biología? Resulta ser que esa diferencia, que para el sentido común podría no estar del todo clara, ha sido zanjada hace ya mucho tiempo y figura en los diccionarios: para la Real Academia Española, una ley en el sentido de la física, de la biología o de la química, es una «regla o norma constante e invariable de las cosas, nacida de la causa primera o de las cualidades y condiciones de las mismas». Los hechos –la causa primera– dictaminan la ley. Por el contrario, una ley en el sentido jurídico es un «precepto dictado por la autoridad competente, en que se manda o prohíbe algo en consonancia con la justicia y para el bien de los gobernados». Seamos claros: una ley de la física no puede romperse. Si los hechos contradicen la ley, hay que cambiar de ley. Pero si violamos una ley jurídica, nada de cambios: ¡a la cárcel!

**Alejandro Ferrari** es Bioquímico y Doctor de la Universidad de Buenos Aires en el área de la inmunología. Docente de Inmunología en la Facultad de Farmacia y Bioquímica y de Biología en el programa UBA XXI.



**Figura 1: Afiche de la película «Sphere», con Sharon Stone, Dustin Hoffman y Samuel L. Jackson.**

Esta dualidad histórica para el término «ley», que aquí tomamos de modo jocoso, ha sido objeto de confusión innumerables veces, fundamentalmente en una realidad en la que la divulgación científica es pobre en cantidad y calidad. Además de esta dificultad semántica, la pobreza se agrava con otros «nudos» en la comprensión de la ciencia, como por ejemplo aquellos referidos al modo en que se construye el conocimiento y a la propia definición de ciencia. En este sentido, la divulgación de «noticias científicas» –lo que sea que ello signifique– en medios no especializados resulta un sustrato óptimo para llevar a cabo esta reflexión. Por

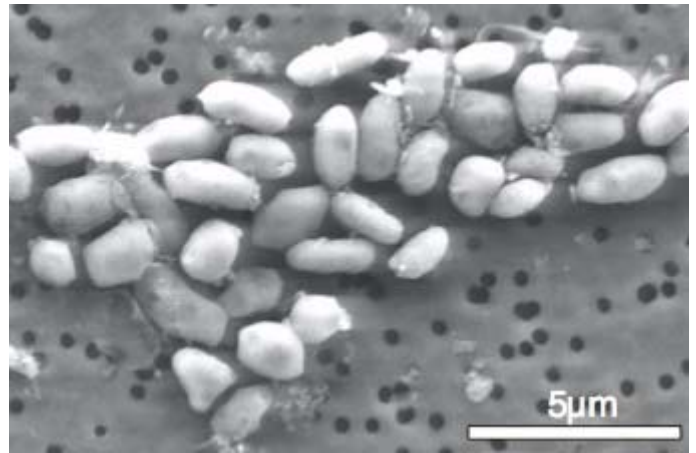
ejemplo, sin alejarnos demasiado en el tiempo, el repertorio de artículos generado por el descubrimiento de ciertas bacterias capaces de sobrevivir en ausencia de fósforo y en presencia de arsénico, muestra un florido espectro de reacciones e interpretaciones que va desde la mismísima confusión respecto del concepto de ley científica, hasta afirmaciones absurdas obtenidas por una extrapolación infantil de los hechos reales.

## El arsénico y una falsa ley de la biología

En diciembre de 2010, la geobióloga norteamericana Felisa Wolfe-Simon publicó junto a su grupo de trabajo un artículo en la revista *Science*, en el cual se relataba el descubrimiento de bacterias aisladas del lago Mono, California (EEUU), capaces de utilizar arsénico en lugar de fósforo. Según el artículo, escrito en un inglés sencillo y muy claro, *la vida está mayormente compuesta por los elementos carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, azufre y fósforo. A pesar de que estos seis elementos constituyen los ácidos nucleicos, las proteínas y los lípidos, y por lo tanto conforman el grueso de la materia viva, es teóricamente posible que algunos otros elementos de la tabla periódica puedan desempeñar estas funciones. En este artículo describimos una bacteria [...] que sustituye el fósforo por arsénico para poder crecer.* Hasta aquí, no hay mayores controversias. Simplemente, este descubrimiento ha quebrado una estadística descriptiva con un número muy extenso de casos a favor del fósforo, introduciendo un primer –y quizás único– ejemplo en favor del arsénico. Mientras la comunidad científica se dedicó a cuestionar los experimentos en los que se demostraba la ausencia de fósforo en el medio de cultivo de estas bacterias, los medios de difusión reaccionaron frente a la noticia de un modo muy



**Figura 2: Una ley científica implica algo distinto a una ley en sentido jurídico, como cualquier ley de tránsito.**



**Figura 3: Las bacterias descubiertas por los científicos de la NASA pueden crecer en ambientes con altas concentraciones de arsénico; además, pueden crecer en ausencia de fósforo, condición en la que emplean arsénico para reemplazar el elemento ausente.**

distinto, disparando sobre la sociedad una metralla de datos que socavaban los cimientos de las «leyes de la vida». En las palabras de los periodistas, las leyes de la biología –estándar de la Ciencia (con mayúsculas)– parecía temblar.

*Desde el desconcertante mar con conciencia propia que proponía Stanislaw Lem en Solaris hasta el archiconocido y previsible E.T., los creadores de ficción se las ingenieron para imaginar formas de vida extraterrestre más o menos similares a las que alberga nuestro planeta. Pero para la ciencia el asunto no es tan sencillo. Las posibles formas de vida deben ceñirse a características muy claras y definidas, sin mucho lugar para el vuelo imaginativo. Una de ellas es la rigurosa presencia de seis elementos químicos indispensables para la formación de proteínas, genes, lípidos y otros componentes biológicos. Así como en una orquesta de cuerdas no pueden faltar los violines, los violonchelos, las violas y los contrabajos, para pensar la vida tal como la conocemos en la Tierra, el carbono, el oxígeno, el hidrógeno, el nitrógeno, el azufre y el fósforo integran el selecto grupo de los constituyentes infaltables.*

El 11 de diciembre de 2010, el diario Página 12 publicó un artículo de Jorge Forno en el suplemento Futuro, que describía así las implicancias del artículo de *Science*. La contundencia de este artículo estaba montada sobre un pilar absurdo: *las formas de la vida deben ceñirse a un conjunto de características*, lo que se asemeja mucho más a una ley en sentido jurídico, que a una ley en sentido científico.

En el mundo angloparlante, pudo leerse en la revista de Astrobiología publicada en el sitio [www.astrobio.net](http://www.astrobio.net) una descripción un poco más acertada (4 de diciembre de 2010). Amén de la poco feliz descripción de la estructura del ADN, una lectura rápida muestra que las «leyes de la biología» también acechan entre líneas, también en un sentido jurídico.

*En caso de que todavía no esté impresionado, aquí a un ayudamemorias rápido. Las moléculas de ADN tienen forma de escalera espiral. Los escalones de la escalera están formados por pares de nucleótidos, y contienen las instrucciones genéticas para la vida. Los laterales de la escalera, denominados «columna vertebral» del ADN, son largas cadenas de moléculas de azúcar y de fosfato, alternadas. Una molécula de fosfato contiene cinco átomos: uno de fósforo y cuatro de oxígeno. Sin fósforo, no hay fosfato. Sin fosfato, no hay «columna vertebral». Sin «columna vertebral», no hay ADN. Sin ADN, no hay vida.*

Por su parte, el prestigioso diario El Mundo (España) publicó el propio 2 de diciembre un artículo escrito por Miguel Corral, titulado «Una nueva bacteria 'extraterrestre' en la Tierra», en el cual se afirmaba tajantemente la existencia de un «paradigma actual de la biología», para luego señalar que los descubrimientos de Wolfe-Simon representaban su ruptura.

*Científicos de EEUU, aunque la autora principal es de procedencia cubana, han hallado una nueva forma de vida capaz de alimentarse e incorporar el arsénico, un veneno para cualquier ser vivo, en su metabolismo, lo que rompe el paradigma actual de la biología.*

## Noticias del espacio exterior

La cuestión fue todavía más compleja. En un intento por recuperar la atención perdida, la NASA –lugar de trabajo de Wolfe-Simon y equipo– había decidido ir un paso más allá, y permitió a Wolfe-Simon afirmar durante una conferencia de prensa que sus descubrimientos «abrirían la puerta para buscar vida en ambientes hasta ahora insospechados». En particular, se refería a ambientes con altas concentraciones de arsénico, como lo es el lago Mono donde se encontraron estos seres tan especiales. Es sorprendente que de una afirmación tan sencilla –aunque un poco



**Figura 4: La científica Felisa Wolfe-Simon durante la conferencia de prensa.**

sensacionalista- los medios de difusión sacaran conclusiones tan fuera de lugar. La lista es enorme, y empieza con el título del propio artículo de El Mundo, «Una nueva bacteria 'extraterrestre' en la Tierra».

El mismo 2 de diciembre, el Diario el Argentino publicó un artículo titulado «La NASA halló una nueva 'forma de vida extraterrestre'». Ese día, el diario La Nación indicó que los descubrimientos de los científicos de la NASA posibilitaban la existencia de «seres vivos en otros planetas que no tienen fósforo ni oxígeno en su atmósfera», ampliando la lista de carencias gratuitamente. Infobae por su parte, decidió mandar a estas bacterias a pasear: el mismísimo 2 de diciembre publicó un artículo bajo el título de «La NASA halló una bacteria que podría vivir fuera de la Tierra».

## ¿Una nueva ley para la biología?

El conocimiento científico es una construcción llevada a cabo no solo por unos pocos individuos, sino por toda la sociedad. Los intereses, las formas, los lugares y el ritmo con el cual el conocimiento se expande y se refina, son características que dependen de múltiples factores propios de cada sociedad. Es en ese sentido que se dice muchas veces que el conocimiento científico es una construcción social. La Ciencia, como tal, no es más que un conjunto de actores, y de conocimiento. El problema es que, mencionada con mayúscula –La Ciencia–, el público la percibe como un monstruo arbitrario, que rige nuestras vidas con un doble poder legislativo y ejecutivo. No es posible contradecir a ese monstruo, y –de hacerlo- toda la vida como la conocemos cambiará dramáticamente.

Lo cierto es que ese monstruo es un mito creado por los detractores de la ciencia, impulsado por el mal periodismo y propiciado muchas veces por la



propia comunidad científica. La ciencia no es un ser autónomo: es un todo compuesto por conocimiento y actores. El conocimiento es flexible, modificable, y en todo momento quienes participan de su construcción mantienen presente que toda investigación conduce a un modelo, y que ese modelo sirve para describir una realidad presente y debe servir para describir una situación futura. Si el presente no puede ser descrito con los modelos que hoy tenemos, es cuestión de buscar otro. Si el futuro representa un caso no contemplado por nuestros sistemas de conocimiento, como una bacteria que vive en el arsénico o un neutrino que viaja un poco más rápido que la luz, pues será nuestra tarea reformular el modelo. En ningún caso se incurre en una ilegalidad, y no iremos presos por disparar partículas subatómicas demasiado rápido. Duerma tranquilo: nuestro paradigma contempla el cambio.



## Bibliografía general

Wolfe-Simon, F. y otros. 2010. A Bacterium That Can Grow by Using Arsenic Instead of Phosphorus. *Science*. Vol. 332, pp. 1163-1166.



Disponible en: [http://felisawolfesimon.com/papers/WolfeSimon\\_etal\\_Science2010.pdf](http://felisawolfesimon.com/papers/WolfeSimon_etal_Science2010.pdf)

Forno, J. 2010. Las bacterias de antes no usaban arsénico. *Diario Página 12 (contenido on line)*. 11 de diciembre. Disponible en: <http://www.pagina12.com.ar/diario/suplementos/futuro/13-2453-2010-12-12.html>

Corral, M. 2010. Una nueva bacteria 'extraterrestre' en la Tierra. *Diario El Mundo (contenido on line)*. 2 de diciembre. Disponible en: <http://www.elmundo.es/elmundo/2010/12/02/ciencia/1291310328.html>

Bortman, H. 2010. Thriving on Arsenic. *Astrobiology Magazine (contenido on line)*. Disponible en: <http://www.astrobio.net/exclusive/3698/thriving-on-arsenic>.

VOLVER AL INDICE



# ADBIA

## Asociación de Docentes de Ciencias Biológicas de la Argentina

**La Asociación de Docentes de Ciencias Biológicas de la Argentina es una asociación civil sin fines de lucro. Cuenta con un importante número de socios en todas las regiones del país nucleados en 18 filiales.**

**Son profesores de Biología, profesionales y alumnos que se interesan y realizan acciones tendientes a mejorar la enseñanza de la Biología. La ADBIA plantea con carácter prioritario el desarrollo de sus miembros dentro del campo laboral específico, propiciando la reflexión crítica y la participación en los procesos de transformación educativa.**

**La Asociación se constituye en un foro de debate de las problemáticas relevantes de la educación en ciencias y de las estrategias para su abordaje y solución. También actúa como nexo entre los especialistas y educadores en Biología de los diferentes niveles del sistema educativo.**

**Sede Central de la ADBIA - Laboratorio del CPEM N° 23 - Lainez y Sarmiento**

**C.P: 8300 -Neuquén-**

**Tel: +54 - 0299 - 4436454 / E-mail: [adbiacentral@hotmail.com](mailto:adbiacentral@hotmail.com)**

**<http://www.adbia.org.ar/>**