

1 elementos

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA • No. 114 • Vol. 26 • abril - junio 2019 • \$40.00

Incluye en el Índice de Revistas
Mexicanas de Investigación Científica
y Tecnológica del CONACYT



Sobre el evolucionismo | Las disciplinas académicas | La vacunación ¿realmente funciona? | De Química Roja y otros demonios | Hidrógeno: el futuro distante de la energía, nunca más | Equilibrio reflexivo: las prácticas que regulan las inferencias inductivas | Aves comunes en Ciudad Universitaria de la BUAP | La participación del Estado en el nuevo tratado de comercio TLCAN | Obra fotográfica. Itziar Aretxaga

EXHIBIR HASTA EL 30-JUNIO-2019





© **Itziar Aretxaga**. Congrio de Cortés (*Heteroconger digueti*). Cabo Pulmo, Baja California Sur.



BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
rector, José Alfonso Esparza Ortiz
secretario general, José Jaime Vázquez López
vicepresidente de investigación y estudios de posgrado, Ygnacio Martínez Laguna

ELEMENTOS

www.elementos.buap.mx

revista trimestral de ciencia y cultura

número 114, volumen 26, abril-junio de 2019

director, Enrique Soto Eguibar

subdirector, José Emilio Salceda

consejo editorial, Itziar Aretxaga (INAOE), Beatriz Eugenia Baca (ICUAP, BUAP), María Emilia Beyer Ruiz (DGDC, UNAM), María de la Paz Elizalde, (ICUAP, BUAP), Ana Lidya Flores Marín (IBERO Puebla), Marcelo Gauchat (FUNDACIÓN FORMA, A.C.), Sergio Segundo González Muñoz (COLPOS Montecillo), Federico Méndez Lavielle (Facultad de Ingeniería, UNAM), Jesús Mendoza Álvarez (CONACYT), Ricardo Moreno Botello (Ediciones de Educación y Cultura), Francisco Pellicer Graham (Instituto Nacional de Psiquiatría), Adriana Pliego Carrillo (Facultad de Medicina, UAEM), Leticia Quintero Cortés (ICUAP, BUAP), José Emilio Salceda (Instituto de Fisiología, BUAP), Gerardo Torres del Castillo (Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, BUAP), Catalina Valdés Baizabal (Instituto de Neurociencias de Castilla y León, Universidad de Salamanca, España), Enrique Vergara (ICUAP, BUAP)

obra fotográfica, © Itziar Aretxaga

1° de forros, © Blénido cabeza oscura (*Emblemaropsis sp.*), Sistema Arrecifal Veracruzano.

2° de forros, © Abanico de mar (*Gorgonia ventalina*), Archipiélago Alacranes, Yucatán.

3° de forros, © Esponja barril gigante (*Xestospongia muta*), Archipiélago Alacranes, Yucatán.

diseño y edición gráfica, Mirna Guevara

corrección de estilo, Leopoldo Noyola e Ileana Gómez

web y redes sociales, Leopoldo Noyola y Mirna Guevara

laboratorio multimedia, Leopoldo Noyola

administración y logística, Lorena Rivera e Ileana Gómez

impresión, FD Servicios Integrales de Impresión S.A. de C.V.

redacción, 14 Sur 6301, Ciudad Universitaria

Apartado Postal 406, Puebla, Pue., C.P. 72570

email: esoto24@gmail.com

Revista registrada en Latindex (www.latindex.unam.mx),

Miembro de la Federación Iberoamericana de Revistas Culturales,

Afiliada a CiteFactor-Directory of International Research Journals

Reserva de derechos al uso exclusivo 04-2018-101113435900-102

Certificados de licitud de título y contenido 8148 y 5770

ISSN 0187-9073



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
 DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



S U M A R I O

Sobre el evolucionismo **3**

Raúl Dorra

Las disciplinas académicas **11**

César González Ochoa

La vacunación ¿realmente funciona? **19**

María Cristina González Vázquez, Yesenia Osorio Aguilar,

Alejandro Carabarin Lima

De Química Roja y otros demonios **25**

Gabriela A. Vázquez Rodríguez

Itziar Aretxaga **29**

Obra fotográfica

Hidrógeno: **33**

el futuro distante de la energía, nunca más

José Carlos Carrillo-Martínez, Edén Ocegüera-Contreras

Equilibrio reflexivo: **41**

las prácticas que regulan las inferencias inductivas

Octavio Pozos Álvarez

Aves comunes en Ciudad **47**

Universitaria de la BUAP

José Antonio González Oreja, Francisco Javier

Jiménez Moreno, Juan Héctor García Chávez

La participación del Estado en el **55**

nuevo tratado de comercio TLCAN

María de Lourdes Ávalos Hernández

Ciencia a tiempo **61**

Libros **63**



© Itziar Aretxaga. Tortuga prieta (*Chelonia mydas*). Akumal, Quintana Roo.

Sobre el evolucionismo

Raúl Dorra

LA EVOLUCIÓN EN UN CARTEL

Muchas veces quise poner por escrito mis incomodidades y reparos frente a la teoría evolucionista y siempre me detuve porque conozco poco y seguramente mal esa teoría y por lo tanto mis observaciones bien podrían quedar fuera de lugar o haber sido respondidas mucho antes de que yo las formulase. Mis conocimientos de esa teoría son los de una persona común y provienen de lecturas hechas aquí y allá, o de haber asistido a exposiciones en vivo donde el expositor, casi invariablemente, en algún momento estelar de su alocución y como para ejemplificar de manera contundente los principios del evolucionismo exhibe un cartel en donde se puede ver una secuencia de imágenes que comienza con una criatura simiesca que progresivamente se va irguiendo sobre sus patas traseras mientras crece su cráneo y su mandíbula decrece hasta desembocar en un hombre, por decirlo así, hecho y derecho. Recuerdo que en una oportunidad en que estaba aún fresca la hazaña de los argentinos que habían ganado el campeonato mundial de fútbol un expositor –y no un expositor cualquiera sino un peso pesado de la fisiología– exhibió el mentado cartel pero ahora, en el puesto del hombre “hecho y derecho”, había una foto de Diego Armando Maradona.

Siempre sentí que en esa exposición serial había algo equívoco para mí, y profundamente insatisfactorio. Porque todo eso tiende a sugerir que la evolución de la especie

humana es, tanto causal como temporalmente, la última en producirse y que el resto de las especies son un logro ya superado y ahora tuvieran un interés y una función secundaria; como si los peces y las lagartijas fueran actores de reparto. La proliferación de especies animales o vegetales es verdaderamente, y hasta sospechosamente, asombrosa por su profusión, pero vistas así las cosas pareciera que la naturaleza hubiese iniciado su proceso evolutivo siguiendo un programa que desemboca en la creación del hombre y solo en él. El hombre, pues, sería la culminación de una larguísima, plural actividad de la naturaleza que ahora, en el final, todavía siguiera produciendo variedades de ranas, de mariposas y hasta de flores silvestres, distraída o quizá olvidada de que ella misma ya había hecho lo que debía hacer, un hombre, el Hombre, y por lo tanto podía ya descansar de sus afanes.

Una vez leí un libro de escasa circulación y cuyo título he olvidado –siempre pensé que con justa razón–, un libro en el que su autor –cuyo nombre también he olvidado– aseguraba que Dios había creado la naturaleza como un laboratorio experimental para perfeccionar las funciones que después integrarían el cuerpo humano. Así, había creado las aves y los peces para perfeccionar la función respiratoria, las víboras para la nutrición, las águilas para la visión, las ratas y los conejos para el olfato, los moluscos para la producción de sustancias untuosas, “y así te sigues” como dijo el yucateco que le daba una clase de inglés a su paisano.

Ese libro olvidable –solo recuerdo que su autor era un argentino cordobés, un paisano mío– sin embargo no dejaba de situarse en la línea argumentativa desplegada por el famoso cartel. Al contrario, lo hacía de una manera superlativa. Todo ello nos sugiere que, en última instancia la evolución se explica, se explicaría –tanto en la religión como en la ciencia y tal vez en el sentido común– por el hombre, porque al cabo es el hombre el que le da sentido a la evolución. Desde esta perspectiva, la

evolución sin el hombre carecería de sentido. Los líquidos densos y adhesivos que secretan los órganos sexuales no provienen de los moluscos, es cierto, pero los moluscos están ahí –según lo muestra de hecho la actitud del científico– para que el hombre estudie la variedad de sustancias acuosas que lubrican su cuerpo. Por ello, el cartel que muestra esa secuencia de imágenes indicaría la coronación de todo el proceso evolutivo. Por ello también, ese cartel expresa una ideología dispuesta a justificar la naturalidad con que la especie humana ha dispuesto de las otras especies, y a naturalizar el hecho de que siempre hayan sido vistas como proveedoras de sus necesidades. Se trata de una ideología tan tenazmente incorporada que hasta permite imaginar que un pollo puede estar feliz de que un hombre lo lleve a su mesa bien cocido y bien condimentado.

EL RELATO DE LA CIENCIA

Pero, volviendo al tema inicial, es de pensar que reparos como los que he expuesto pronto encontrarían toda clase de aclaración por parte de los conocedores. En primer lugar me aclararían que la secuencia de imágenes mostradas por ese cartel no ilustra el origen de las especies en general sino, propiamente, el origen del hombre. En segundo lugar, me dirían que ese cartel no está inspirado en Darwin sino en un esquema diseñado por Thomas Henry Huxley, un entusiasta defensor de las teorías darwineanas quien, en 1863, quiso mostrar los respectivos esqueletos del gibón, del chimpancé, del gorila y del *homo sapiens* en un esquema comparativo. En tercer lugar, explicarían que nadie afirmó que las especies no siguieran –o no tuvieran que seguir– evolucionando. Lo hacen siempre a partir de un prototipo, su prototipo, y aun el mismo organismo humano está sometido a la evolución y es necesario que así sea pues en la naturaleza no hay azar sino pura necesidad.

Así, si uno pensara en conjunto a todas las especies naturales transformándose cada una según su propio ritmo, podría dar razón al aforismo de Blaise Pascal quien dijo que la naturaleza es

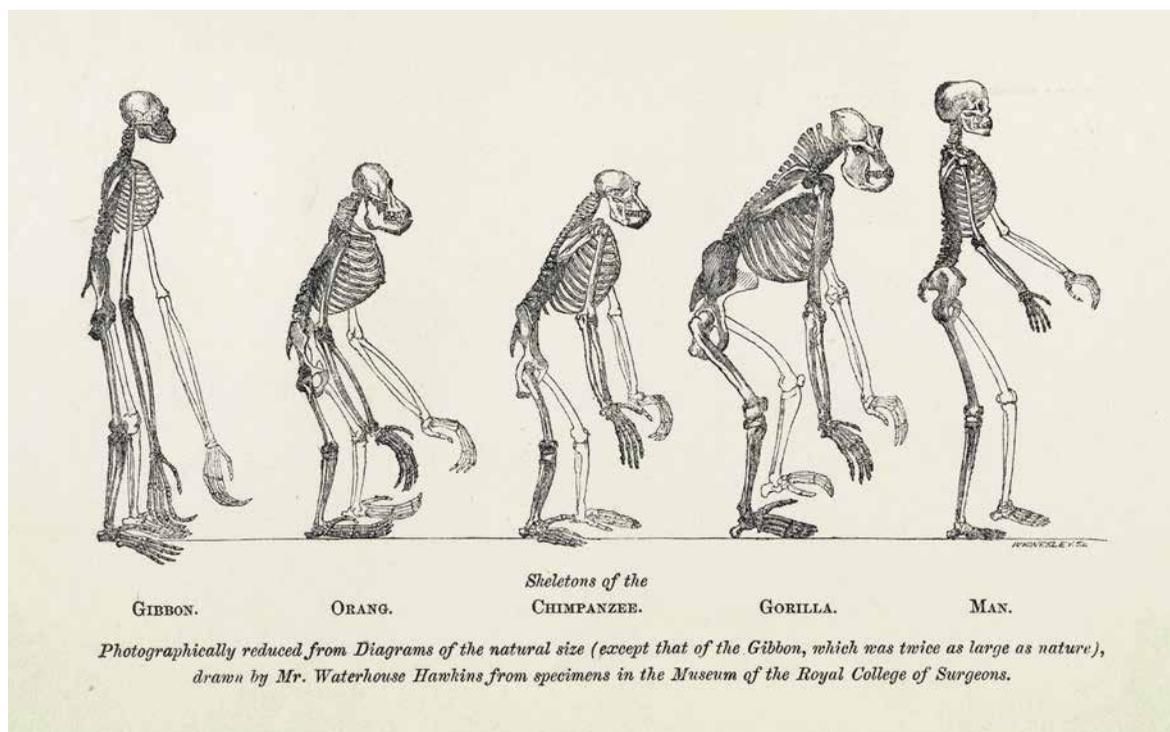


Figura 1. Frontispiece to Huxley 'Evidence as to man's place in Nature'. Illustration showing skeleton's of apes and man / Thomas Henry Huxley Published: 1863. L0063032. Wellcome Collection. CC BY 4.0. <https://wellcomecollection.org/works/vruy7p4f>.

como un círculo cuyo centro está en todas partes y cuya circunferencia en ninguna. Existen infinitas especies pero cada una, de alguna manera, es un centro, el centro de la naturaleza. Esto es así pero si uno vuelve a mirar el cartel que muestra la serie de etapas evolutivas que empieza con una criatura simiesca y termina con un hombre hecho y derecho, lo que uno ve no es un centro sino una línea –una “flecha”– evolutiva que avanza desde el más oscuro fondo. Esta línea ascendente según la cual cada etapa es una transformación pero sobre todo un avance hacia una culminación o un desenlace sugiere, fuertemente, que estamos puestos ante un relato. Se trata de un proceso de transformaciones donde lo que interesa es la suerte de aquello o aquel que se transforma. Un relato en el que, de peripecia en peripecia, un héroe mitológico va tomando su forma, va adquiriendo sus valores para terminar en una apoteosis donde la naturaleza muestra el sentido y el resultado de un trabajo de miles y millones de años. Un relato, se diría, también él hecho y derecho: había una vez eso, allá lejos y hace tiempo, y ahora tenemos esto.

¿Es que las cosas tienen de por sí la forma de un relato o al relato le da forma el que lo cuenta? ¿Y, en ese caso, quién cuenta este relato? ¿Lo cuenta, acaso, la ciencia?

Que una teoría científica tenga la forma de un relato de naturaleza mítica es algo que a mí no me causa extrañeza pues siempre he creído que el pensamiento científico, sobre todo el de las ciencias naturales, está anclado en la teología del Antiguo Testamento. Digamos que, más que de un pensamiento, se trata de una mentalidad. Mirándolo bien, eso no tiene nada de extraño, resulta más bien bastante lógico que las ciencias –sobre todo las ciencias naturales pero también las humanísticas– tengan esa mentalidad pues provienen de la concepción teológica del hombre y del universo. La ciencia moderna nació por la iniciativa de hombres de iglesia o formados en escuelas religiosas. En sus inicios, situados frente al vasto universo, ese universo que trataban de explorar, los científicos renacentistas no dudaron

en atribuirlo a la creación divina. Y de esto ni siquiera hicieron una cuestión. Tal vez el testimonio más impresionante de la íntima reunión de la fe con la búsqueda científica y la contemplación estética sea el jubiloso prólogo con que Nicolás Copérnico presentó su tan trascendental tratado *Sobre las revoluciones de las esferas celestes*, dedicado al papa Pablo III. La idea de que el universo está creado y sostenido por una voluntad divina es natural en una cultura religiosa, la cultura en la que se formaron aquellos científicos, y que llega a nuestros días; la certeza que eso les aportaba favorecía el desarrollo de sus investigaciones pues proveía de un sólido suelo epistemológico sobre el cual cada disciplina podía recortar su propio espacio.

Eso ocurrió en el inicio de la ciencia moderna. Claro que tratándose de disciplinas basadas en la observación y la experimentación, el suelo en que se apoyaban no tardaría demasiado en agrietarse. Y que teorías como la de la evolución de las especies atentarían peligrosamente contra ese “estado de bienestar” del que gozaron inicialmente los hombres de ciencia, y sobre todo alarmarían a los hombres de iglesia. Hacia el siglo XIX, a partir de la actividad de investigadores naturalistas, ya varios habían puesto en duda la creación divina y habían comenzado a postular el ateísmo. A este respecto, Charles Darwin fue prudente y prefirió declararse agnóstico, es decir, prefirió dejar ese tema en suspenso por sentirse incapaz de resolverlo. Tal vez en su fuero íntimo se acogiera a la teoría de la doble verdad atribuida a Averroes, teoría según la cual la fe y la razón tenían cada una su propio radio de acción y estaban en condiciones de convivir sin conflicto. Ambos relatos, entonces, el sagrado y el científico, podían desarrollarse por su cuenta y el segundo podía entenderse más bien como una lectura del relato sagrado de la creación del hombre. El método debía ser necesariamente imanentista y mostrar que la naturaleza para desarrollarse no necesita de ningún factor externo a ella. Pero,

ciertamente, si bien la teoría evolucionista no trataba de entrar en colisión con el libro del *Génesis*, sí ponía de hecho el tema de la creación divina en cuestión, pues una teoría de ese tipo necesitaba recurrir al ateísmo por razones de método. De este modo reyertas no faltaron aunque tampoco faltaron pensadores que, situados entre la ciencia y la teología –pero más cerca de esta que de aquella–, hablaron de un *creacionismo evolucionista*. Según esta perspectiva, Dios no habría creado el mundo como un todo definitivo y fijo sino que lo habría dotado de leyes que aseguraran su funcionamiento orgánico sin su intervención.

FANTASÍAS TEOLÓGICAS

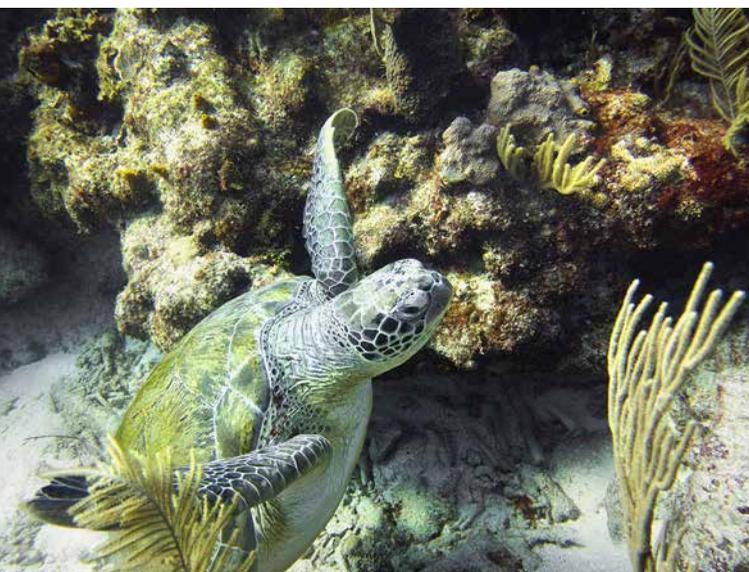
Tal opción teórica no deja de ser seductora y no dejó de mostrar sus propias interpretaciones y sus variantes. Recuerdo que allá en mi primera juventud, cuando cursaba la licenciatura precisamente en mi Córdoba, un profesor de letras francesas –hombre de vastas lecturas– nos impartió un seminario sobre el epistolario de Pierre Teilhard de Chardin porque este jesuita no solo era un gran estudioso de la paleontología sino un filósofo con depurada pluma de escritor. El seminario, por cierto, no se limitó al epistolario sino que avanzó sobre libros como *El fenómeno humano* donde este autor explica su tan atractiva idea del evolucionismo. Discutido tanto por religiosos como por científicos, Teilhard de Chardin propuso leer la sagrada escritura, en especial el libro del *Génesis*, en clave evolucionista. Al cabo, el relato de la creación del mundo, que describe cómo la materia va tomando progresivamente su forma y cómo esa forma es la forma humana, resulta de hecho un relato cuyo tema puede ser equiparado al de la evolución de las especies. Claro que Teilhard de Chardin no se detiene en la observación de una evolución biológica que tendría como finalidad la creación del hombre. Por el contrario, con el advenimiento del hombre comienza lo que la creación tiene de más importante. Según este filósofo, el hombre está ahí para mostrar que –como diría el gaucho Martín Fierro– “a esta historia / le faltaba lo mejor”.

Lo mejor es lo que vendrá, lo que adviene con la creación del hombre. Tomando como referencia el medio en el que tienen lugar los procesos, Teilhard sostiene que lo fundamental en el proceso evolutivo es el paso de la biósfera a la noósfera. El Diccionario de la Real Academia Española define la noósfera –o noosfera– como el “Conjunto que forman los seres inteligentes con el medio en que viven”. Se trataría, pues, de la esfera de la conciencia o más exactamente del espíritu. Teilhard de Chardin se refiere al “Punto Omega”, una suerte de energía vivificante, un impulso vital alojado en la materia y que conduce al espíritu hacia la *Parusía*, la segunda y triunfante venida del Cristo que significaría el glorioso ingreso a lo que él da en llamar la cristófera. No hace falta decir que con esa venida se consuma, se consumaría, el relato, ya reconvertido en un relato sagrado. Y que el héroe de este relato ya no sería el Hombre sino el Cristo.

Yo no estoy en condiciones de juzgar un pensamiento tan esotérico como el de Pierre Teilhard de Chardin. Desde mi perspectiva, solo puedo verlo como una vasta fantasía teológica expuesta en una prosa excelente, una escritura al mismo tiempo reposada y audaz. En todo caso resulta difícil seguir el vuelo de su pensamiento para alguien que piensa desde una razón laica. Aquí lo evoco para decir que así como este autor –y los que defienden la idea de un creacionismo evolucionista– lee las sagradas escrituras e interpreta la doctrina judeocristiana en clave evolucionista, también se podría interpretar el evolucionismo en clave teológica.

Decir que la teoría evolucionista nos pone ante un relato no supone necesariamente una crítica. Tal vez sea inevitable que el evolucionismo se exprese o sea entendido bajo las formas del relato pues se aplica a un recorrido temporal que puede leerse a partir de lo humano porque se lee, inevitablemente, del hombre hacia atrás. En este sentido se opone al relato de Teilhard de Chardin pues este se lee del hombre hacia adelante. Al pensador jesuita le interesa lo que vendrá, aquello de lo que el hombre es aviso, aunque lo que viene –la *parusía*– venga para él.

Pero ambos relatos proponen un devenir en el que las transformaciones siguen una misma deriva por lo que son, cada uno a su manera, relatos teleológicos, esto es, donde el fin es la causa primera y el motor del desarrollo. Esto indicaría que si bien hay saltos o intervalos oscuros o eslabones perdidos en este devenir, su continuidad no se interrumpe. Sin embargo entre el antecedente inmediato del hombre –el gorila, según el esquema ya muy envejecido de Thomas Henry Huxley– y el hombre hay un salto cualitativo de magnitud suficiente como para decir que aquí comienza otra historia o, si se quiere, *la* historia. A diferencia de todas las criaturas que están antes de él, el hombre posee lenguaje, es un animal semiótico. Ciertamente, no faltaron científicos y pensadores que propusieron teorías del origen del lenguaje como si el lenguaje se hubiera ido formando gradualmente en la especie humana, y sobre todo como si primero hubiera existido el hombre y este hubiera creado de a poco el lenguaje. Desde esta perspectiva el lenguaje sería un instrumento, un artefacto creado por el hombre en su necesidad de comunicarse con el otro. Esta idea de que el hombre está primero y el lenguaje después, como un instrumento, tiene su previsible origen en el relato bíblico, donde se cuenta que fue Adán quien le dio su nombre a las cosas. Pero no. Es necesario hacerse a la idea de que el hombre es al mismo tiempo creador y creatura del lenguaje, como el individuo crea y a la vez es creado por la sociedad a que pertenece. No hay hombre antes del lenguaje, no hay lenguaje antes del hombre. El lenguaje no son las palabras sino el sistema –la gramática– en el que las palabras adquieren su sentido. Ese sistema, por serlo, no pudo haber ido formándose por partes pues, necesariamente, un sistema siempre está completo, con todas sus partes articuladas, aunque no por eso deba entenderse que un sistema es inmodificable. Un sistema, así sea biológico o semiótico, siempre está en un proceso. Pero un proceso supone un cambio de estado, es decir, el paso de un estado



© Itziar Aretxaga. Tortuga prieta (*Chelonia mydas*). Akumal, Quintana Roo.

a otro de mayor complejidad o de más compleja organización. El lenguaje, desde luego, es un sistema complejo.

LA IRRUPCIÓN DEL LENGUAJE

El lenguaje se crea en el momento en que un sujeto cobra conciencia de sí, se reconoce como un yo frente a un tú, situados ambos frente a un otro, el mundo, y capacitados ambos para referirse al mundo. Y es en ese momento cuando se crea el hombre. Al comienzo de la película de Stanley Kubrick 2001: *Odisea del espacio*, una criatura simiesca perteneciente a una comunidad siempre acosada por una manada rival mira a sus pies los huesos de un animal. Recoge un fémur y lo observa con extraña atención; lo mira una y otra vez como si estuviera ante un objeto desconocido y es como si el primate, mirando ese hueso, se viera también a sí mismo, mirara a la vez hacia afuera y hacia adentro. De pronto hace un gesto de júbilo porque comprende, por primera vez y de súbito, que con ese hueso puede golpear; que eso, sin dejar ser un hueso es también un arma que puede usar para abatir a sus enemigos y defender a

sus congéneres. En ese momento, con el hueso en la mano, mirándolo, se descubre a sí mismo, se hace consciente de sí, descubre a sus semejantes, y también descubre el mundo.

Es un momento de importancia trascendental. Al descubrir que el hueso puede ser también otra cosa, un arma, esa criatura ha entrado, de pronto, en la dimensión simbólica. Y ha entrado al mismo tiempo en el lenguaje. Aquí esta criatura ha integrado un sistema pronominal básico: se ha convertido en un yo, ha establecido una relación con un tú –sus congéneres– y se ha situado frente a un él –los otros, el mundo–. Este episodio con el que comienza la película se llama, precisamente, “El amanecer del hombre” porque muestra cómo un primate, y por extensión la comunidad a que pertenece (ellos también están ahora armados con un hueso) se ha humanizado. El guion de esta película ha sido hecho por el mismo Kubrick en colaboración con Arthur C. Clarke y lo que el director tanto como el escritor han querido hacer es ni más o menos que crear un mito: algo que permita imaginar el salto que supone este paso del animal al hombre. Un mito. Dado que a mí me convence la explicación analógica de la nos provee ese mito, en más de una ocasión he recurrido a él. Creo que el evolucionismo no puede explicar este salto, salvo decir que para que se dé es necesario que se cumplan ciertos requisitos biológicos. Y explicar también lo que desde ese momento ha seguido ocurriendo en la especie, la progresiva conquista así como el desarrollo del cerebro humano. Porque lo biológico es condición necesaria aunque no suficiente.

El hombre es un animal semiótico, un animal para el que las cosas tienen sentido y pueden ser expresadas por signos verbales o no verbales. Se ha hablado del lenguaje en otras especies, por ejemplo hormigas o abejas. Sin embargo no se trata propiamente de lenguajes en el sentido en que aquí lo estoy entendiendo sino de una organización de señales que permiten mantener la vida de la especie. Las hormigas o las abejas o los peces de un cardumen siempre se comunican de la misma manera y para los mismos propósitos, razón por la cual ha llegado a pensarse que

el panal o el termitero funcionan como un solo animal de gran complejidad en el que las señales destinadas a asegurar la subsistencia son partes, una parte fundamental, de todo el organismo. En la conducta de una hormiga, por lo que puede observarse, no hay un yo situado frente a un tú y articulándose con un él, y los intercambios comunicativos se repiten siempre de la misma manera. Es por el lenguaje que el hombre puede hablar de sí y de los otros animales y de todas las cosas y modificar sus mensajes en cada situación; esto no puede observarse en ninguna otra especie.

Diríamos entonces que el lenguaje supone el ingreso del hombre en la noósfera, en la esfera de la conciencia, o sea del espíritu, lo que también puede entenderse como la mente. No es que la noósfera fuera un producto del lenguaje sino que es un estado o una condición en la que se instala el hombre mediante el lenguaje. Porque la noósfera, la esfera del espíritu, es lo que está, no lo que deviene. Aquello en lo que el hombre reconoce su segunda naturaleza. Esta segunda naturaleza no queda situada más allá de la primera, no se trata de un trascendentalismo, sino por el contrario de una inmanencia, pues ambas naturalezas ocupan, por decirlo así, un mismo espacio. El hombre sería entonces un ser intrínsecamente mixto, una reunión de lo espiritual y lo biológico. Lo biológico sería la puerta de entrada a lo espiritual –o, si se prefiere, a lo mental– sin confundirse con ello. Sería, en una palabra, el misterio de la materia. La materia tomando consciencia de sí misma sin ser ella la consciencia.

En su edición del 28/01/19, el diario argentino *Clarín* publicó una nota sobre las últimas semanas vividas por el sociólogo norteamericano Erik Olin Wright. A punto de terminar un importante libro, Wright recibió la noticia de que padecía un cáncer de acelerada evolución. Se dedicó entonces a escribir sus experiencias de enfermo terminal. “Me queda una cantidad limitada de tiempo en esta maravillosa forma de polvo de estrellas”, escribió. “Parece bastante mezquino quejarse después de haber vivido 72 años en esta extraordinaria forma de existencia que pocas moléculas en el



© Itziar Aretxaga. Tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*). Sistema Arrecifal Veracruzano.

universo llegan a experimentar. De hecho, utilizar la palabra ‘experiencia’ es maravilloso. Los átomos no tienen experiencia. No son más que materia. Todo lo que soy es materia. Pero organizada de forma tan compleja a varios niveles, que es capaz de reflexionar sobre sí misma, y lo extraordinario que ha sido estar vivo y consciente de estar vivo”. Es difícil agregar algo a estas reflexiones. Yo diría, en voz baja, que esa consciencia adviene en el lenguaje.

Y ahora, para terminar, diría que la teoría evolucionista es, profundamente, un intento por descifrar el enigma de la naturaleza en general, de su multiforme presencia, pero sobre todo el enigma de la naturaleza humana; y que, en ese sentido, tal vez antes que una teoría científica es una empresa filosófica. O que se trata de una teoría científica de la que es inevitable derivar una meditación filosófica. De cualquier manera, pensarla y presentarla de ese modo sería, creo, más productivo y acaso más legítimo que exhibirla en un folklórico cartel.

Raúl Dorra
Programa de Semiótica y Estudios de la Significación
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
rauldorra@yahoo.com.mx



© Itziar Aretxaga. Tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*). Sistema Arrecifal Veracruzano.

Las disciplinas académicas

César **González Ochoa**

Lo primero que viene a la mente al tratar de explicar qué se entiende por disciplinas académicas es que estas son simplemente ramas particulares del conocimiento y que, en su conjunto, configuran la totalidad o la unidad del conocimiento. Cuando se intenta profundizar en la explicación se aprecia –y muchos investigadores en la actualidad lo han mostrado (Cfr. Becher 2001, 37ss)– que esa primera caracterización está lejos de ser satisfactoria y que no existe mucha claridad al definir las, pues cualquier intento de definir las disciplinas universitarias pone de manifiesto que estas son tan diferentes entre sí que es difícil llegar a una definición concisa que se acople a todas en el mismo grado. Por ello se ha optado por tener claridad, antes que nada, acerca de la noción de disciplina, nombre que se aplica a varias cosas al mismo tiempo, por lo que vale la pena examinar de cerca sus varios significados.

En muchas de las investigaciones sobre la disciplina y sus términos asociados (disciplinaridad, interdisciplinaridad, etc.) se comienza con una exploración de los significados de diccionarios. Para la lengua española, el diccionario de la Real Academia proporciona las siguientes acepciones: 1. Doctrina o instrucción de una persona, especialmente en lo moral; 2. Arte, facultad o ciencia; 3. Especialmente en la milicia y en los estados eclesiásticos secular y regular, observancia de las leyes y ordenamientos de la profesión o instituto; 4. Instrumento, hecho ordinariamente de cáñamo, con varios ramales, cuyos extremos o canelones son más gruesos, y que sirve para

azotar; 5. Acción y efecto de disciplinar. Para el inglés, el diccionario Oxford ofrece las siguientes: 1. La práctica de las personas en formación para obedecer reglas o códigos de comportamiento, con el uso del castigo para corregir la desobediencia; 2. El comportamiento controlado que resulta de esa formación; 3. Actividad que proporciona capacitación mental o física; 4. Un sistema de reglas de conducta; 5. Una rama del conocimiento estudiada en educación superior. Para el francés: 1. Método de instrucción y de educación (uso antiguo); 2. Tal o cual régimen de instrucción y de educación; 3. Materia de enseñanza; 4. Regla de conducta común a todos los que forman parte de un cuerpo, de un orden, etcétera; 5. Conjunto de técnicas que definen un oficio, un deporte; 6. látigo de cuerdas o de pequeñas cadenas del que se sirven algunos devotos, y sobre todo los religiosos, para castigarse o para castigar a aquellos que están bajo su conducción; 7. Marcas dejadas por este instrumento.

La exploración léxica da como resultado significados muy distintos, que van desde capacitación hasta sumisión a una autoridad y al control (o autocontrol) del comportamiento, y llegan incluso al castigo; también alude a la vigilancia de ciertos

comportamientos o modos de pensar. Si se buscan los sentidos del término como verbo, se llega sobre todo al de capacitar a las personas para que sigan instrucciones, pero también el de reforzar la obediencia y, finalmente, al de castigar. También se asocia al término “disciplina” una dimensión moral sobre cómo deberíamos comportarnos o pensar. Foucault, por su parte, ha introducido un pequeño giro al interpretar la disciplina como una fuerza y una práctica política que se aplica a los individuos para producir cuerpos y mentes dóciles. En el proceso de disciplinar para propósitos de explotación económica y dominación política, las disciplinas no permanecen como algo exterior al sujeto, sino que poco a poco se transforman en algo interno. El individuo disciplinado acepta la racionalidad y los valores externos como propios, lo que quiere decir que ya no es necesaria la represión externa. Como sostiene en *Vigilar y castigar*, la disciplina es un proceso destinado a limitar la libertad de los individuos y una manera de restringir discursos; por tanto, puede considerarse como barrera para el pensamiento libre y un obstáculo al control de la subjetivación; es este uno de los temas de sus últimos trabajos. Aunque Foucault usa el término en un sentido específico, podría decirse que allí están incluidas las disciplinas académicas y sus aportes en la disciplina de la sociedad, puesto que cada disciplina académica se puede ver como una forma específica y rigurosa de formación científica que convierte a los disciplinados en practicantes de esa disciplina.

En el término “disciplina académica” están incorporados muchos elementos de los significados antes mencionados; pero, al mismo tiempo, es también un término técnico que se usa para nombrar la organización del aprendizaje y la producción sistemática de nuevos conocimientos. Una lista general de sus características incluiría: 1) las disciplinas tienen un objeto particular de investigación (leyes, sociedad, política), aunque este objeto puede ser compartido con otra disciplina; 2) las disciplinas tienen un cuerpo de conocimientos especializado acumulado que se refiere a su objeto de investigación, que es específico a ellas y que generalmente no se comparte con otra; 3) las disciplinas poseen

© Itziar Aretxaga. Ángel francés (*Pomacanthus paru*). Sistema Arrecifal Veracruzano.



teorías y conceptos que pueden organizar el conocimiento acumulado; 4) las disciplinas usan terminologías específicas o un lenguaje técnico específico ajustado a su objeto; 5) las disciplinas han desarrollado métodos específicos de investigación con sus requerimientos específicos; y de manera más importante, 6) las disciplinas deben tener alguna manifestación institucional en la forma de temas de estudio que se enseñan en universidades, departamentos académicos y asociaciones profesionales conectadas a ellas. Solo a través de la institucionalización las disciplinas son capaces de reproducirse de una generación a la siguiente por medio de una preparación educativa específica. (Krishnan 2009, 9-10) Usualmente una nueva disciplina se funda a través de la creación de una cátedra dedicada a ella en una universidad establecida.

Al observar el espectro de las disciplinas académicas se descubre que no todas están en posesión del conjunto completo de esos rasgos. Por ejemplo, la disciplina que comprende los estudios sobre el lenguaje tiene el problema de que carece tanto de un paradigma teórico unificador como de un objeto de investigación estable, pero aun así, en todas las universidades pasa como una disciplina académica. En general, mientras mayor es el número de rasgos presentes, más un cierto campo de investigación académica se reconoce como disciplina capaz de reproducirse y generar un cuerpo creciente de investigación. Algo que puede detectarse en cualquier área de estudio es que si esta se conoce con el nombre de “estudios” acerca de algo, usualmente indica que es de nueva creación y que puede carecer de varias de las características necesarias; las más comunes son el cuerpo conceptual de la teoría, así como la cuestión acerca de sus métodos; como es de esperarse, su prestigio como campo de investigación constituido es menor.

Para la discusión sobre las disciplinas académicas vamos a recurrir a partes del análisis histórico de Krishnan (2009) que muestra cómo se ha entendido no tanto la noción misma de disciplina, pues es de creación relativamente reciente, sino a lo que esta alude, a la división del conocimiento en diversas áreas. Desde un punto de vista tradicional,

las disciplinas académicas son simplemente ramas particulares del conocimiento que, reunidas, forman la totalidad o la unidad del conocimiento que ha sido creado por la empresa científica; así vistas, serían compatibles unas con otras y podrían en principio integrarse en una teoría o un sistema global de conocimiento.

En la Antigüedad no existían fronteras o limitaciones a la validez de las verdades que los filósofos descubrían a través del pensamiento. Platón pensaba que la filosofía era una ciencia unificada y que el filósofo era capaz de sintetizar todo el conocimiento; a partir de entonces se ha pensado que la unidad del mundo podría corresponderse con la unidad del conocimiento acerca de él. La cuestión de las disciplinas, por tanto, corresponde al problema de cómo se organiza el conocimiento y cómo este se relaciona con la realidad. La convicción de que existe una teoría unificada de la realidad y el conocimiento fue desacreditada desde Kant y desde entonces se ha calificado esa idea como pensamiento metafísico. Desde su perspectiva, la filosofía debe mantenerse alejada de toda metafísica y enfocarse en la crítica del conocimiento, o en lo que se llamó epistemología, es decir, en los

© Itziar Aretxaga. Trompeta china (*Aulostomus chinensis*). Archipiélago de Revillagigedo, Colima.





© Itziar Aretxaga. Pez león (*Pterois* sp.).
Sistema Arrecifal Veracruzano.

problemas de la naturaleza del conocimiento y de la verdad.

Eso no quiere decir, sin embargo, que la visión unitaria fuera la única manera de plantear el conocimiento, ya que desde sus inicios comenzó a verse de un modo diferente. Aristóteles, al separar la investigación teórica (el pensamiento “puro” que concierne a la retórica, la lógica, las matemáticas, la ética) y la práctica (la correspondiente a la observación de la naturaleza donde se ubican la física y la astronomía, entre otras), introdujo una primera división en el conocimiento. Esta división del conocimiento “filosófico” preparaba el camino para las posteriores múltiples divisiones en áreas de una ciencia cada vez más especializada, por lo que, al menos en apariencia, la unidad del conocimiento se había perdido.

El positivismo lógico, escuela de pensamiento de la primera mitad del siglo XX, tenía como uno de sus objetivos restaurar la unidad de las ciencias y del conocimiento, unidad que había sido fragmentada por la proliferación de las disciplinas académicas. Desde su perspectiva, la ciencia es un proceso acumulativo que está basado en la observación objetiva de la naturaleza; las ciencias son impulsadas por la observación empírica guiada por el racionalismo o el razonamiento lógico. Una de sus metas era definir el método que necesariamente las

ciencias debían seguir, que sería lo que denominaban el “método científico”, y que con su ayuda se llegaría a la verificabilidad del conocimiento y de las teorías. Algunos de los integrantes de esta escuela tenían la idea de una ciencia unificada basada en el desarrollo de un lenguaje científico universal. Aunque formalmente rechazaban el conocimiento científico *a priori* de Kant (en especial el sintético *a priori*), creían en la existencia de principios *a priori* (fundacionales), pero no sintéticos que hacían posible el conocimiento científico objetivo, al mismo tiempo que todas las divisiones aceptadas del conocimiento (es decir, las disciplinas académicas) compartían la misma racionalidad científica. Las diferentes áreas en las que se divide el conocimiento permanecerían sin variación en el tiempo, por lo que tanto el número como el contenido de las disciplinas académicas serían más o menos estables.

Más tarde, Popper se opuso a la idea de verificabilidad y la filosofía analítica se opuso a la lógica *a priori* de los positivistas lógicos, con la idea de que todos los efectos observables tienen causas naturales. Como alternativa a una filosofía de una ciencia esencialmente normativa, aparece una historia descriptiva de la ciencia, y Kuhn argumentó en 1962 que la ciencia no es un proceso acumulativo, como decían los positivistas (y también Popper), sino una sucesión de revoluciones científicas que reorganizan los campos científicos y las disciplinas. Kuhn propone que las disciplinas se organizan alrededor de ciertas maneras de pensar o de marcos más amplios que explican mejor los fenómenos empíricos en una disciplina o en un campo. Los resultados que no concuerden con la manera dominante de pensar (con ese paradigma, como él lo denomina), son excluidos por limitar el alcance de la teoría, o simplemente se tratan como anomalías. De esta manera, los paradigmas configuran las cuestiones que los científicos pueden plantear, así como las posibles respuestas que la investigación pueda producir.

Por otro lado, tanto Kuhn como Feyerabend, por distintas razones argumentaron en contra de la idea de un “método científico” que pudiera producir la verdad sobre el mundo de manera confiable.

El segundo sostiene que el conocimiento es una construcción social y reclama que los conocimientos generados por las distintas disciplinas científicas son incompatibles; como las disciplinas se han separado tanto unas de las otras, son ahora tan diferentes que no pueden ser comparadas entre ellas; son, por tanto, “incomensurables”. Desde el punto de vista de las cuestiones de método, propuso que las ciencias se basan en el lema de “todo vale”; también señaló que el trabajo científico no necesita de un marco general para definir si es científico y si no lo es.

El pensamiento posmoderno ha ido más allá que los pensadores anteriores al reclamar que todo el conocimiento sería una construcción social y que está necesariamente contaminado por los poderes de la sociedad. Para ellos, el concepto de verdad científica es históricamente contingente, lo ven como un producto de los discursos y de las racionalidades dominantes. De acuerdo con la perspectiva de la construcción social, la verdad científica no se refiere a otra cosa más que a sí misma y al proceso contingente de su producción. Según Lyotard, una disciplina podría ser entendida como una práctica específica, sin reglas que determinen qué clase de postulados se aceptan como verdaderos o falsos dentro de ese discurso particular. Esta práctica se interpreta como un “juego de lenguaje” y reclama que ningún juego de lenguaje formal puede ser universal y consistente; o, en otras palabras, que no puede haber un juego de lenguaje para la ciencia que todo lo abarque. Desde este punto de vista, el progreso científico solo puede ocurrir dentro de los límites de un juego de lenguaje disciplinario. Terminamos este apretado resumen de lo que plantean algunas escuelas filosóficas con respecto a la división del conocimiento en disciplinas con las palabras de Krishnan, quien dice que

[...] los positivistas lógicos trataron de restaurar la unidad del conocimiento al apelar a principios fundamentales a priori de racionalidad científica que serían compartidos por todas las disciplinas científicas. La filosofía de la ciencia posterior rechaza tal “fundacionalismo”, o la idea de que



© Itziar Aretxaga. Chile manchado (*Synodus intermedius*). Sistema Arrecifal Veracruzano.

todo conocimiento necesita estar basado en la creencia en algunos principios universales que no cambian. Este movimiento antifundamentalista abrió el camino a una posición de relativismo de la verdad científica. Constructivistas y posmodernos ven las disciplinas académicas como discursos que se crean y se mantienen para servir a especiales intereses sin referirse realmente a alguna realidad objetiva que se deba descubrir. Las disciplinas serían simplemente incomensurables y cualquier esfuerzo de vencer las divisiones disciplinarias sería un ejercicio fútil, ya que las disciplinas operan sobre la base de racionalidades y metodologías completamente incompatibles que no pueden relacionarse en un modo significativo (2009, 17).

Desde la filosofía de la ciencia, o de la filosofía en general, hay un cierto acuerdo, según el mismo autor, de que tanto las disciplinas como los límites entre ellas existen porque crean alguna coherencia en términos de teorías, conceptos y métodos que permiten la prueba y validación de las hipótesis de acuerdo con reglas. Esas reglas son diferentes de una disciplina a la otra y por tanto son hasta cierto punto incompatibles. Por tanto, para que se pueda producir el conocimiento, se requiere la existencia de reglas; sin embargo, como no

hay ya la posibilidad de hablar de reglas universales, entonces la producción de conocimientos requiere de la existencia de divisiones internas, es decir, necesita de las disciplinas.

La sociología, la antropología, los estudios literarios, constituyen tres de las áreas específicas o campos o disciplinas que configuran el dominio de las ciencias humanas. Cada una forma un espacio relativamente estable, con fronteras reconocidas, por lo cual es un espacio identificable tanto en el ámbito de lo social como en el universitario. Tony Becher (2001, 37) señala que las disciplinas se identifican, al menos en parte, por la existencia de departamentos en las universidades, aunque no se puede presuponer que cada departamento represente una disciplina. Otro criterio importante para su identificación es la difusión de los resultados de sus practicantes, pero añade que

también son importantes las nociones generales, aunque no definidas con precisión, de credibilidad académica, de solidez intelectual y de pertinencia de contenidos.

Por medio de un lenguaje metafórico, este autor concibe las diferentes disciplinas científicas como tribus que ocupan cada una su propio territorio. Una misión de las disciplinas es defender su territorio contra los embates del exterior, es decir, de otras disciplinas, algunas de las cuales tratan de invadir y de colonizar los territorios propios.¹ Otra característica de las disciplinas, según el mismo autor, es que, aunque se puedan representar

como entidades claramente distinguibles y razonablemente estables, hay que reconocer que están sujetas tanto a variaciones históricas como geográficas [y que] esos cambios tienen su peso en la identidad y en las características culturales de cada disciplina (Becher 2001, 39).

Además de estas particularidades, y con una fuerza de integración aún mayor, están presentes

otros elementos a los que el autor llama simplemente culturales:

tradiciones, costumbres, el conocimiento transmitido, las creencias, los principios morales y normas de conducta, como también las formas lingüísticas y simbólicas de comunicación y los significados que comparten (2001, 44).

Las disciplinas académicas pueden pensarse en términos de las prácticas culturales que crean y mantienen; estas prácticas estarían unidas a otras más amplias, y desde esta perspectiva se puede concluir que las disciplinas son una forma de segmentación social; que sus practicantes pertenecen a diferentes tribus académicas que habitan y defienden diferentes territorios del conocimiento, y se distinguen por medio de las prácticas culturales y valores específicos creados por ellos mismos. Cada disciplina entonces se podría considerar como parte de agrupaciones culturales mayores (academias, etc.), como un microcosmos cultural que se manifiesta en la existencia de departamentos académicos disciplinarios y en asociaciones.

Así, un estudio que se enfoque en una comunidad particular, tal como un departamento universitario o una disciplina, dentro de una sociedad también particular con sus características específicas, como conjunto de valores, puede compararse con otro departamento académico de otro entorno cultural. Esto llevaría a encontrar numerosas diferencias entre disciplinas o comunidades universitarias de las distintas sociedades que se comparen. Una comparación entre diferentes tribus académicas muestra que hay diferencias culturales grandes, que desde afuera parecen arbitrarias. Como en los demás grupos sociales, la identidad del grupo se mantiene en principio por la distinción entre ellos y nosotros; para pertenecer a un cierto grupo se necesita hablar la misma lengua, participar en la vida social del grupo y compartir las mismas creencias. Para acentuar la identidad se desarrollan otros rasgos culturales que facilitan la distinción por parte de otros grupos y para hacer más difícil la inserción en el grupo de los miembros de esos

otros grupos. De hecho, los extranjeros se tratan con sospecha, a veces con hostilidad, lo que asegura que las tribus no se mezclen y permanezcan separadas. Sin embargo, hay ocasiones en que se quieren hacer relaciones e intercambios entre dos disciplinas académicas diferentes; en esos casos surgen zonas de intercambio en los márgenes en los que emergen lenguajes criollos, que logran simplificar el lenguaje especializado con el propósito de intercambiar ideas y conceptos.

Las disciplinas con académicos relacionados estrechamente, con alto nivel de acuerdo acerca de métodos y contenidos, tendrán una identidad mucho más fuerte, con fronteras bien trazadas, que aquellas otras disciplinas menos organizadas y con menor nivel de coherencia. Los académicos de ciencias naturales tienen mayor facilidad para cooperar con los de otras áreas que son vulnerables a la crítica. Las tribus académicas, en especial aquellas con menor tradición, luchan por desarrollar una identidad cultural fuerte que les permita adquirir más poder o, al menos, permanecer como tales.

Las disciplinas académicas pueden ser vistas como una forma particular de división del trabajo y como un aspecto de la profesionalización de la ciencia. Las profesiones académicas pueden tener gran influencia en la medida en que controlan los recursos de los departamentos universitarios, que son un acceso a la obtención de grados y, a través del empleo, definen lo que es una buena práctica en la profesión. En otras palabras, las disciplinas son unidades en la definición y control del mercado de trabajo y de la producción y validación intelectual. Como resultado, por medio de la profesionalización de las disciplinas se hace posible que los académicos tengan acceso a la libertad de seguir sus propias inclinaciones e intereses profesionales. Al mismo tiempo, incrementan la concurrencia entre los grupos disciplinarios profesionales. Las disciplinas, por tanto, compiten por dinero e influencia dentro de las universidades y dentro de la comunidad científica en general.

La división del trabajo es una de las características que definen la modernidad y es una expresión de la cada vez mayor racionalidad de la

organización social. Al dividir la ciencia en disciplinas especializadas, que trabajan separadamente hacia la producción del conocimiento, se pueden ver como una disposición racional y eficiente, similar a la división del trabajo en la sociedad.

Ciertamente, las disciplinas académicas poseen las principales características de otras profesiones: tienen autonomía colegiada sobre la capacitación profesional y la certificación de la competencia profesional, tienen un distinto conjunto de conocimientos y destrezas que se institucionaliza en un *curriculum*, tienen su propia ética profesional y existe una comunidad de profesionales que cultiva *habitus* profesionales distintos. Las disciplinas más estables son más cercanas a las profesiones, mientras que los miembros de las nuevas y menos estables probablemente no lleguen a considerarse a sí mismos como científicos.

Cada disciplina puede ser analizada por medio de su desarrollo histórico, por el examen de las condiciones históricas específicas que llevaron a su fundación como tal y a entender la manera como cambia en el tiempo. La perspectiva histórica permite entender la gran continuidad de las disciplinas, pero también los puntos de discontinuidad que dan origen a maneras de pensar (a los cambios de paradigma, en el vocabulario de Kuhn). Algunas veces eso conduce a la desaparición de una antigua disciplina y la creación de una nueva que pueda reemplazarla. Es decir, la perspectiva histórica hace ver la dinámica del desarrollo de la ciencia y de las disciplinas académicas.

La historia ayuda a entender por qué se crea una disciplina y por qué falla o cambia al adoptar un nuevo paradigma. El historiador de cada ciencia puede descubrir las relaciones entre las condiciones históricas particulares y el desarrollo de esa ciencia; también puede mostrar la contingencia y artificialidad de las disciplinas actuales y sus fronteras. En realidad, parece no haber una necesidad científica para el modo en que la ciencia está dividida en la universidad; no la hay incluso para la existencia misma de las disciplinas.



© Itziar Aretxaga. Ángel café (*Pomacanthus arcuatus*). Archipiélago Alacranes, Yucatán.

La organización de las universidades en disciplinas y departamentos es solamente una de las muchas posibilidades de organizar el conocimiento y a las personas que lo producen. Se ha argumentado que esta podría haber sido una organización efectiva cuando fue creada, en el siglo XIX. Hoy, esa manera de organizar parece totalmente obsoleta y derrochadora por el exceso de personal y la duplicación de esfuerzos en los diferentes departamentos. Peor aún, la estructura en la organización de la universidad no refleja las realidades intelectuales ni las tendencias en producción y administración del conocimiento. Las universidades se organizaron alrededor de las disciplinas en el pasado porque había una organización efectiva en la enseñanza e investigación. Actualmente, esa disposición muestra una ausencia de flexibilidad por las rígidas estructuras organizacionales e intelectuales. El número de departamentos ha crecido constantemente y la administración de recursos es ya ineficiente. No hay ninguna necesidad de que la

ciencia se organice por medio de líneas disciplinares. La proliferación de centros interdisciplinarios, programas y escuelas indica que los departamentos disciplinares cada día funcionan menos.

REFERENCIAS

- Becher T (1989). *Tribus y territorios académicos. La indagación intelectual y las culturas de las disciplinas*, Barcelona, Gedisa, 2001.
- Kuhn TS (1962). *La estructura de las revoluciones científicas*, trad. Agustín Contín. México, FCE, 1975.
- Krishnan A (2009). *What are Academic Disciplines? Some observations on the Disciplinarity vs. Interdisciplinarity debate*, NCRM Working Paper Series, University of Southampton: ESRC National Centre for Research Methods.

NOTAS

- ¹ Las tribus académicas “definen su propia identidad y defienden su propio territorio intelectual empleando diversos mecanismos orientados a excluir a los inmigrantes ilegales”. (Becher 2001, 43)

César González Ochoa
Instituto de Investigaciones Filológicas, UNAM
cesargonzalez44@gmail.com

La vacunación ¿realmente funciona?

María Cristina **González Vázquez**
Yesenia **Osorio Aguilar**
Alejandro **Carabarin Lima**

Sin lugar a duda el empleo de la vacunación como estrategia para disminuir las enfermedades infecciosas ha resultado muy favorable, disminuyendo significativamente la morbilidad y mortalidad de la población a escala global. Las grandes pandemias que han afectado a la sociedad durante mucho tiempo se vieron drásticamente reducidas por el uso de las vacunas, llegando no solo a disminuir los casos de enfermedad, sino que se ha podido erradicar una enfermedad tan terrible como la viruela y se está a punto de erradicar la poliomielitis; se prevé que algunas otras enfermedades como el sarampión y la rubeola puedan ser eliminadas a nivel mundial en los próximos años. Sin embargo, así como se tienen vacunas contra antiguas enfermedades, surgen otras para las cuales se requiere del desarrollo de vacunas efectivas que logren controlar estas nuevas afecciones, entre las que podemos mencionar las producidas por los virus del Zika, Chikunguña y Mayaro; además, se encuentran las enfermedades consideradas como “enfermedades tropicales olvidadas”, catalogadas así por la Organización Mundial de la Salud (OMS), como el dengue, la lepra, la enfermedad de Chagas, la tripanosomiasis africana (enfermedad del sueño), la leishmaniasis, la cisticercosis, la dracunculiasis, la equinococosis, la oncocercosis, la schistosomiasis, etcétera. Estas enfermedades olvidadas afectan a más de mil millones de

personas y generan un gasto a las economías en desarrollo de miles de millones de dólares cada año. Las poblaciones que viven en la pobreza, sin saneamiento adecuado, en estrecho contacto con vectores infecciosos transmisores de enfermedades, animales domésticos y de ganado son las más afectadas (WHO, 2017).

UN POCO DE HISTORIA

Los primeros registros en la historia de la vacunación hacen mención de la variolización en el siglo XVIII, técnica empleada en China e India para prevenir la viruela en su población. Esta técnica tenía tres métodos diferentes: el primero consistía en humedecer una porción de tela o algodón con pus proveniente de lesiones frescas de las vacas que estaban padeciendo una variedad de la enfermedad parecida a la de los humanos (pero en su forma no grave), que era introducida en las fosas nasales del individuo que se buscaba variolizar; el segundo método consistía en pulverizar costras secas de pacientes infectados y que lograron sobrevivir a la enfermedad, cuyo polvo era inhalado por los niños; el tercer método consistía en que los niños sanos usaran la ropa de niños previamente variolizados. En cualquiera de estos tres métodos los pacientes padecían una forma atenuada de la enfermedad que les ocasionaba solamente un malestar general con presencia de fiebre. Esta técnica se propagó por Europa y fue principalmente en Inglaterra donde alcanzó su mayor difusión y aceptación.

Posteriormente, el médico inglés Edward Jenner publicó en 1798 sus investigaciones derivadas de la observación de trabajadores que habían estado en contacto con las pústulas de vacas enfermas, que desarrollaban una enfermedad muy ligera y quedaban “protegidos” de la viruela humana. A partir de estas observaciones Jenner decide tomar el líquido de las pústulas de un trabajador infectado por contacto con ganado vacuno enfermo para administrarlo a un niño sano, el cual

desarrolló las pústulas y una fiebre ligera. Dos meses después de la recuperación de este niño, lo infecta con el virus de la viruela humana, observando que no desarrolla la mortal infección. Sin duda alguna este es un hecho controversial en la historia del desarrollo de vacunas, sin embargo fue muy importante, ya que sentó las bases de la inmunización (Lew-Tabor y Rodríguez Valle, 2016).

Años después Louis Pasteur logra obtener la vacuna para la rabia y para el cólera de las aves, las nombra oficialmente con el término “vacuna” con la finalidad de honrar a Edward Jenner y postula que este término deberá extenderse a todas las nuevas inoculaciones protectoras que se desarrollen.

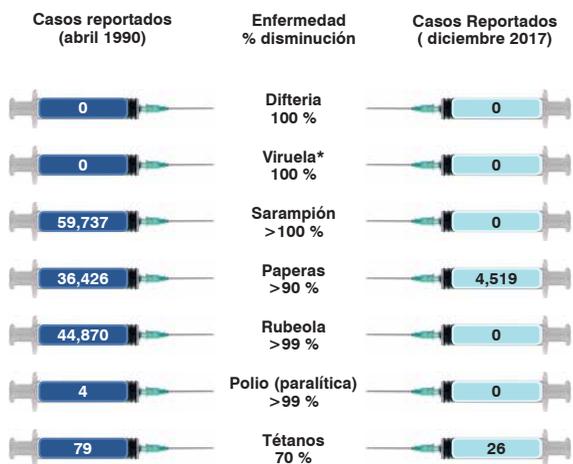
Durante los siglos XVIII, XIX y parte del XX el desarrollo de vacunas fue empírico, ya que se desconocía la patogénesis, las causas de la virulencia, las bases de la interacción microorganismo-hospedero, así como los mecanismos inmunitarios que favorecían la protección contra la enfermedad. Estas vacunas se desarrollaron bajo el paradigma: “aísla, inactiva e inyecta”.

¿LAS VACUNAS REALMENTE PROTEGEN?

Desde la introducción de la primera vacuna contra la viruela en 1796 y, posteriormente, de la vacuna contra la polio en 1955, se ha dado un seguimiento al número de casos presentados antes y después de la vacunación, demostrándose fehacientemente que esta estrategia es eficaz para prevenir la aparición de la enfermedad en personas vacunadas. La vacunación ha llegado a ser tan eficiente que ha permitido erradicar la viruela a nivel mundial, y se está a punto de erradicar otras enfermedades como poliomielitis, rubeola, difteria, tétanos, parotiditis y sarampión. En México, a partir de la vacunación obligatoria, han disminuido significativamente los casos de enfermedades prevenibles por vacunación (SSA). (Figura 1)

¿CÓMO FUNCIONAN LAS VACUNAS?

La Organización Mundial de la Salud define la vacuna como “una preparación biológica capaz de



* La viruela ha sido erradicada a nivel mundial

Figura 1. Casos reportados de enfermedades prevenibles por vacunación en México de abril de 1990 a diciembre de 2017. Datos tomados del Boletín Epidemiológico, Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Secretaría de Salud. México.

mejorar la inmunidad contra una enfermedad en particular” (WHO, 2018), se trata, por tanto, de una sustancia biológica que proviene del microorganismo causante de la enfermedad y que tiene la capacidad de estimular al sistema inmunológico del hospedero de la misma manera como lo haría el agente patógeno, pero sin causar la sintomatología y complicaciones de la enfermedad.

La vacuna, entonces, tiene que ser inmunogénica e inmunorreactiva. Las proteínas son generalmente utilizadas como antígenos debido a su complejidad química y estructural, cualidad que les permite ser reconocidas como extrañas por el sistema inmunitario y desencadenar el reconocimiento por parte de células inmunitarias como los linfocitos T y B. Existen dos vías de activación del sistema inmunitario, una dependiente de anticuerpos que es muy eficaz en contra de microorganismos extracelulares como bacterias y parásitos; aquí los anticuerpos tienen un papel muy importante ya que pueden inmovilizar (anticuerpos opsonizantes) a los microorganismos para que sean fagocitados por los macrófagos (células del sistema inmunitario capaces de reconocer y, literalmente, devorar a los microorganismos para destruirlos). Los anticuerpos también son capaces de activar al sistema del complemento para eliminar

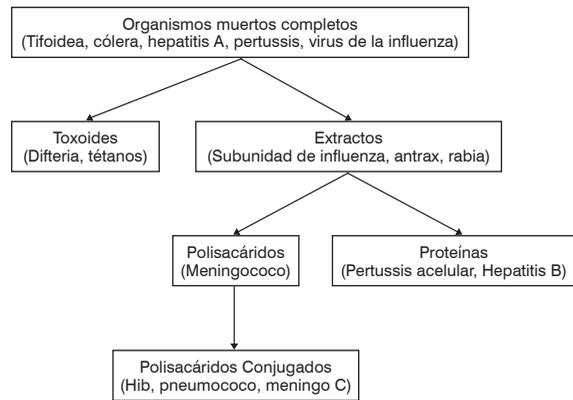


Figura 2. Diagrama que muestra los métodos para el desarrollo de vacunas a partir de organismos inactivados (muertos) y ejemplos ordenados de manera semi-cronológica. Hib, *Haemophilus influenzae* type b. (Modificado de Plotkin, 2003).

a los microorganismos por medio de la formación de poros (anticuerpos líticos) que eventualmente producen la liberación del contenido citoplasmático de los microbios para provocar su muerte. La otra vía es dependiente de la activación de células especializadas en eliminar microorganismos intracelulares como virus y ciertas bacterias y parásitos. Estas células se activan a través de la interacción con las moléculas del llamado Complejo Principal de Histocompatibilidad presentes en las células presentadoras de antígenos (células dendríticas y macrófagos, principalmente), las cuales presentan epítopes (porciones de una macromolécula que es reconocida por el sistema inmunitario) específicos para linfocitos T cooperadores y citotóxicos, de manera que estos se ven habilitados, mediante la inducción de señales apoptóticas al interior de la célula y a la secreción de gránulos conteniendo enzimas líticas como granzima, para eliminar a las células del hospedero infectadas.

TIPOS DE VACUNAS

Las vacunas actuales se producen mediante diferentes procedimientos e incluyen vacunas con microorganismos muertos (inactivados), microorganismos vivos atenuados, de subunidades, toxoides (toxina inactivada) y conjugadas. (Figura 2) Todas

ellas tienen como objetivo inducir una memoria inmunológica y duradera que permita al hospedero responder rápidamente a la presencia de microorganismos patógenos.

Las vacunas inactivadas se generan mediante el tratamiento de los microorganismos patógenos con agentes físicos o químicos con el objetivo de matarlos. Estas vacunas no pueden replicarse y no requieren refrigeración o condiciones especiales de almacenamiento. Sin embargo, su eficacia para inducir una respuesta inmunitaria es baja y, por lo tanto, deben administrarse múltiples dosis, conocidas como refuerzos.

Las vacunas vivas atenuadas debilitan a los microorganismos de manera que no sean capaces de causar enfermedad, pero sí de actuar como inmunógenos (Vaishnav y cols., 2015). La desventaja de este tipo de vacunas es que deben conservarse a baja temperatura, debiendo mantenerse una cadena de frío durante su traslado y almacenamiento (Vaishnav y cols., 2015).

Las vacunas de subunidades son formadas por partes (subunidades) de los componentes de las células bacterianas que corresponden a los principales sitios antigénicos, como los polisacáridos de la pared celular. Estas vacunas usan antígenos semi-puros como epítomos dirigidos por los anticuerpos; el uso de estas sustancias tiende a causar una disminución de las reacciones adversas en comparación con otros tipos de vacunas. Sus principales ventajas son el incremento significativo en la seguridad del humano y la reducción de la competencia antigénica que tendrían las células inmunitarias del hospedero. Su mayor desventaja es el uso de adyuvantes fuertes que tienen baja inmunidad sostenible para alcanzar la máxima especificidad. Ejemplos de esta clase son las formuladas contra la hepatitis B y C. (Plotkin, 2003)

En las vacunas con toxoides se utilizan toxinas purificadas e inactivadas con un agente químico como la formalina. En este proceso se elimina la parte de la molécula que causa daño al hospedero, dando como resultado toxinas “detoxificadas”

o toxoides que se usan para generar la vacuna. Los toxoides son inmunógenos fuertes capaces de generar una adecuada respuesta inmunológica (Plotkin, 2003). Las vacunas contra la difteria y el tétanos son algunos ejemplos de ellas.

Las vacunas conjugadas son combinaciones que contienen diferentes componentes estructurales de bacterias y virus. Un ejemplo de esta clase es la pentavalente acelular conformada por el toxoide diftérico (contra la difteria), el toxoide tetánico (contra el tétanos), el toxoide pertúsico (contra la tosferina), los virus de la polio tipos I, II y III inactivados y una proteína de la bacteria *Haemophilus influenzae* tipo b. (Plotkin, 2003)

REACCIONES SECUNDARIAS A LA VACUNACIÓN

Las reacciones no deseadas varían entre vacunas y organismos y suelen ser generadas por diversos componentes de la propia vacuna, entre los que debe mencionarse los siguientes:

- Adyuvantes. Son compuestos que refuerzan la capacidad de la vacuna para inducir una respuesta inmunitaria.
- Estabilizadores. Son los componentes que ayudan a preservar la vacuna de manera que se mantenga funcional durante su elaboración, traslado y almacenamiento.
- Diluyentes. Son líquidos empleados para reconstituir las vacunas en polvo (liofilizadas).
- Preservantes. Son sustancias que previenen la contaminación accidental de las vacunas por bacterias y hongos.
- Agentes biológicos. Son componentes propios del microorganismo contra el cual se generará una respuesta inmunitaria protectora.

Las reacciones secundarias suelen presentarse entre 24 y 48 horas después de la vacunación e incluyen signos y síntomas como dolor, endurecimiento en el sitio donde se aplicó la vacuna (induración), enrojecimiento y calor en la zona de la aplicación. Aunque en un porcentaje mucho menor, también puede aparecer fiebre, diarrea, vómito, falta de sueño y de apetito, irritabilidad y malestar general, dolor de cabeza, escalofrío, dolor

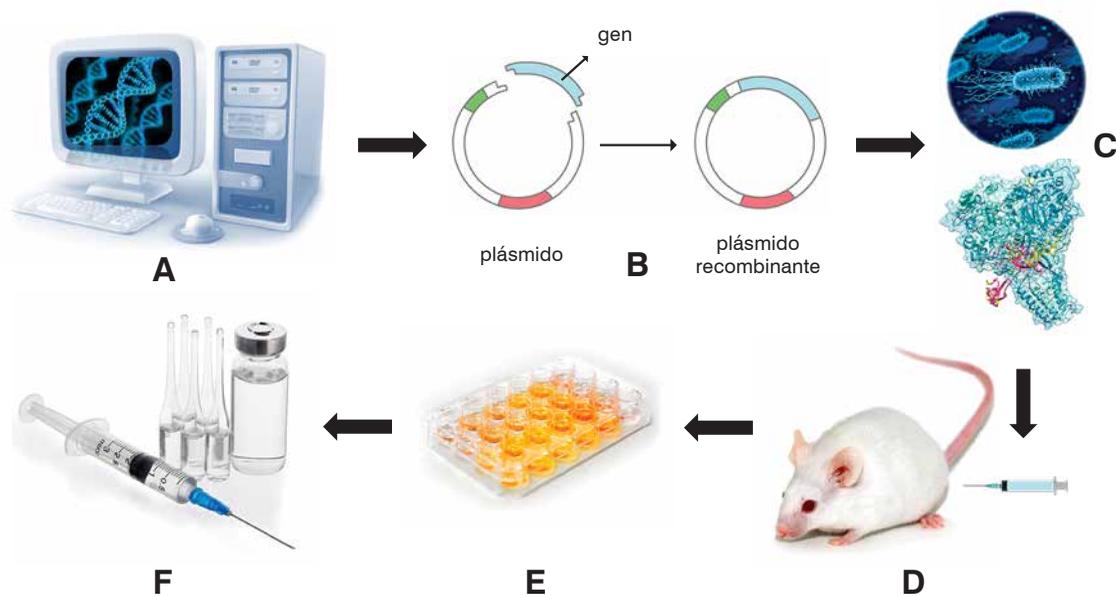


Figura 3. Diagrama que representa las fases para el desarrollo de una vacuna por medio de vacunología reversa: A) los genomas de los microorganismos se tienen en bases de datos y mediante programas bioinformáticos se analizan genes con potencial para probarse como vacunas. B) El gen altamente inmunogénico es amplificado a partir del DNA del microorganismo y se clona en un plásmido. C) El plásmido recombinante se transforma en una bacteria modificada para que exprese la proteína que servirá de antígeno. D) Una vez purificada la proteína recombinante, se prueba en modelos animales, E) Se caracteriza la respuesta inmunitaria que genera la administración de la proteína recombinante al modelo animal; se determina que sea segura y eficaz para eliminar al microorganismo causante de cierta enfermedad. F) Una vez que la vacuna ha sido aprobada por organismos certificados, se produce a gran escala para poder vacunar a la población.

muscular, dolor articular y, en muy raras ocasiones, convulsiones asociadas a fiebre. Todos estos síntomas son tratables, por lo que el personal encargado de aplicar la vacuna deberá mencionarlos y dar las instrucciones adecuadas para su tratamiento. No obstante, muchos individuos toleran muy bien la vacunación y no presentan ningún síntoma asociado a ella. (Centro Nacional para la Salud de la Infancia y Adolescencia, 2015)

VACUNOLOGÍA REVERSA

El término vacunología reversa (VR) fue introducido en el año 2000 por Rino Rappuoli y surge con el progreso de la informática y los sistemas avanzados de secuenciación de genomas, técnicas que permiten realizar análisis inmunoinformáticos para aprovechar la secuencia del genoma de un microorganismo. Esta metodología crea un nuevo paradigma en el desarrollo de vacunas, ya que de manera inicial no se trabaja con el microorganismo, sino con bases de datos y programas de bioinformática que ayudan a predecir el comportamiento

estructural e inmunológico de un antígeno potencial. Esta estrategia ahorra tiempo y disminuye los costos de investigación debido a que permite realizar un tamizaje computacional de cientos de antígenos potenciales hasta obtener unos cuantos de ellos, que son los que finalmente se purifican y son probados. Esta metodología ha dado lugar en el siglo XXI a un nuevo paradigma en el desarrollo de vacunas que se conoce como “descubre-valida-caracteriza-aplica” (Rappuoli, 2000) (Figura 3).

CONCLUSIONES

El desarrollo de vacunas contra agentes infecciosos ha sido y continuará siendo importante, ya que se intenta generar nuevas vacunas y mejorar las ya existentes. El reto que presenta la vacunología es desarrollar vacunas seguras, de bajo costo y de amplia distribución, además de contrarrestar los efectos de los movimientos antivacunas. Sin embargo, la mayor dificultad radica en

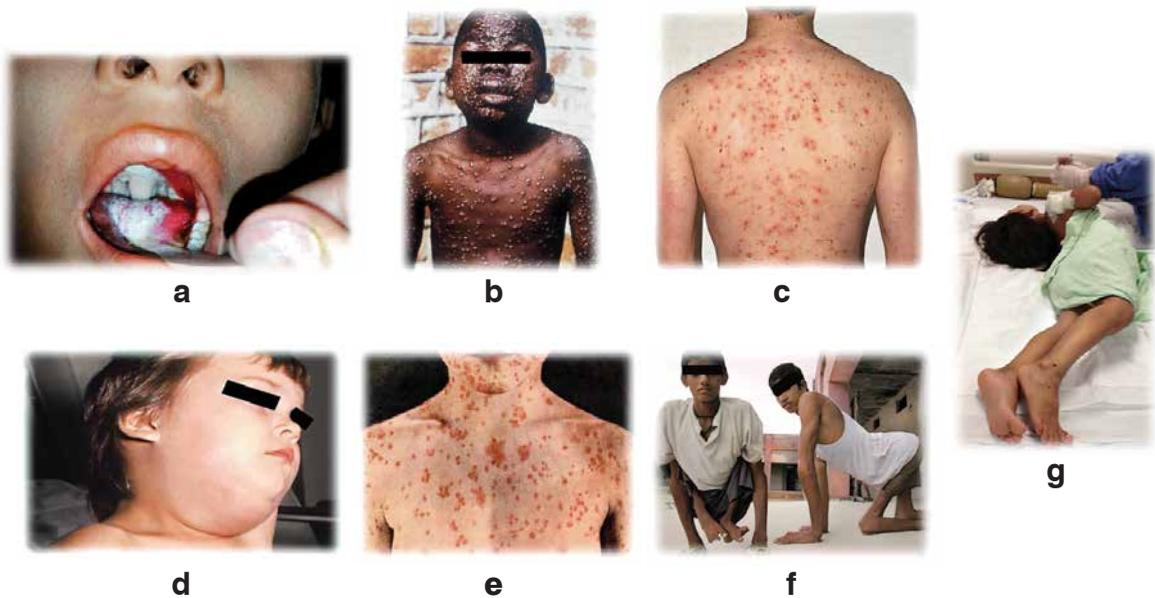


Figura 4. Manifestaciones clínicas y secuelas de diferentes enfermedades prevenibles por vacunación: a) difteria, b) viruela, c) sarampión, d) parotiditis, e) rubeola, f) poliomielitis, g) tétanos. Imágenes tomadas de las páginas Internet: difteria <http://www.laverdad.com/>; <https://www.msmanuals.com/>; <https://www.encyclopediasalud.com/>; <https://vacunacionspc3.wordpress.com/>; <http://www.poliochildren.org/>; <https://scielo.conicyt.cl/>.

que toda la población tome conciencia de la importancia de la vacunación para prevenir enfermedades (Figura 4).

AGRADECIMIENTOS

Al programa de Nuevos Profesores de Tiempo Completo del Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública (BUAP-PTC-501 a ACL). YOA fue becaria de PRODEP.

BIBLIOGRAFÍA

Centro Nacional para la Salud de la Infancia y Adolescencia (2015). Recuperado de: <https://www.gob.mx/salud/censia/articulos/vacuna-pentavalente-ancelular-131142?state=published>. Revisado el 09/08/2018.

Lew-Tabor AE, Rodríguez Valle M (2016). A review of reverse vaccinology approaches for the development of vaccines against ticks and tick borne diseases. *Ticks Tick Borne Dis.* 7(4):573-85.

Secretaría de salud, México. www.gob.mx/salud. Revisado el 04/07/2018.

Plotkin SA (2003). Vaccines, Vaccination and Vaccinology. *The Journal of Infectious Diseases* 187(9):1349-1359.

Rappuoli R (2000). Reverse vaccinology. *Curr. Opin. Microbiol* 3: 445-450.

Vaishnav N, Gupta A, Paul S, John GJ (2015). Overview of computational vaccinology: vaccine development through information technology. *Journal of Applied Genetics* 56(3):381-391.

WHO (2017). Neglected Tropical Diseases. Recuperado de: http://www.who.int/neglected_diseases/diseases/en/. Revisado el 26/06/2018.

WHO (2018). Immunization, Vaccines and Biologicals; Vaccines and diseases. Recuperado de: <http://www.who.int/immunization/diseases/en/>. Revisado el 13/06/2018.

María Cristina González Vázquez
Alejandro Carabarin Lima
Instituto de Ciencias
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Yesenia Osorio Aguilar
Posgrado en Microbiología
Centro de Investigaciones
en Ciencias Microbiológicas
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
ecoli_75@hotmail.com

De Química Roja y otros demonios

Gabriela A. **Vázquez Rodríguez**

“Algunos soldados se habían disparado a sí mismos. Caballos, aún en los establos, vacas, gallinas; todos, incluso los insectos, estaban muertos”

Willi Siebert, soldado alemán testigo del primer ataque con cloro en Ypres (Everts, 2015).

El impulso generado por la búsqueda de poder ha llevado al género humano a emprender guerras y revueltas desde tiempos remotos. En estos conflictos, al menos desde la Antigüedad clásica, con frecuencia se han utilizado sustancias químicas tóxicas. De hecho, el vocablo griego *toxikon* se refiere a las sustancias con las que los antiguos guerreros griegos untaban las puntas de sus flechas para acabar con sus enemigos. También han llegado hasta nosotros textos que narran el uso de lanzallamas con mezclas de aserrín, azufre y brea ardiendo durante la Guerra del Peloponeso, que enfrentó a atenienses y espartanos en el siglo IV a. C. (Pita, 2008). El “fuego griego”, del que se inspiró el “fuego valyrio” de la serie *Juego de Tronos*, fue desde su invención –hacia el año 668– un arma temida en todo el Mediterráneo porque ardía en contacto con el agua. El Imperio Bizantino guardó tan celosamente la fórmula de su elaboración que hasta la fecha se desconoce.

Durante los siglos que siguieron, la mayoría de las innovaciones se centraron en volver letal el combate cuerpo a cuerpo y, más tarde, en el perfeccionamiento de las armas de fuego. Estas armas aprovechan el carácter inflamable o explosivo de las sustancias, más que

sus propiedades tóxicas. En el caso de la llamada pólvora negra, que consiste en una mezcla de carbón, azufre y nitrato de potasio, su combustión genera una presión que arroja proyectiles. En la Ilustración, esta tecnología era ya tan decisiva en los conflictos bélicos que los artilleros españoles, dedicados a construir las máquinas de guerra del Imperio español, acuñaron y usaron como divisa la frase “*La ciencia vence*” (Monforte-Moreno, 2016).

En el siglo XIX ocurrieron enormes avances en el conocimiento químico que dieron origen a industrias nacionales cada vez más poderosas, como la de los colorantes textiles, así como a un sector profesional cada vez más metódico en la producción y manejo de sustancias nuevas o existentes. De estos civiles, algunos químicos, otros farmacéuticos o maestros, surgieron osadas propuestas bélicas tales como el uso de cianuro en bayonetas o proyectiles, que inicialmente fueron rechazadas por distintos ejércitos europeos (Pita, 2008). En ese momento, la opinión generalizada entre los altos mandos militares era que las armas químicas, con todos sus efectos incontrolables e inhumanos, contradecían las reglas de una guerra civilizada (si es que eso existe). Por ello, los países científicamente avanzados de la época firmaron en 1899 la 2ª Declaración de La Haya que prohibía “el uso de proyectiles con gases asfixiantes o deletéreos”. Estados Unidos fue el único país que no firmó la declaración, resaltando la hipocresía de negarse a asfixiar a otros hombres con gases, mientras que hundir acorazados en alta mar y dejar que la tripulación entera se ahogara era perfectamente lícito (Kean, 2011).

Fritz Haber, químico alemán de genio indiscutible, es a quien se considera el padre de la guerra química. El segundo ataque de Ypres, en Bélgica, cambió el rumbo de la Primera Guerra Mundial, que hasta ese momento se había distinguido por las llamadas “guerras de trincheras”. Desde hacía meses, franceses y alemanes se atrincheraban en sendas de cientos de kilómetros que no avanzaban ni retrocedían, consumiendo las reservas de ambas naciones. Haber, entonces director del Instituto de

Investigaciones Kaiser Wilhelm de Berlín, tuvo la idea de dispersar cloro gaseoso (Cl_2), un gas letal más denso que el aire, que podría hundirse en las trincheras y asfixiar a los soldados. Otra ventaja del cloro fue que podía producirse y transportarse con facilidad, ya que era un subproducto abundante de la fabricación de colorantes, y la compañía alemana BASF había logrado almacenarlo en tanques metálicos en lugar de los recipientes de vidrio usuales (Pita, 2014).

Para no contravenir la Declaración de La Haya (que solo prohibía *projectiles*), un regimiento de ingenieros desplegó a lo largo de seis kilómetros unas 170 toneladas de cloro desde los mencionados tanques metálicos, provistos de un sistema de dispersión del gas. Haber y un equipo de meteorólogos esperaron durante varios días una corriente de viento que se dirigiera al frente francés y, finalmente, la tarde del 22 de abril de 1915 se dio la orden de abrir los tanques. La nube amarilla verdosa que se formó hizo pensar a los soldados franceses que se trataba de humo destinado a ocultar el avance de la infantería alemana, y se introdujeron en las trincheras para repeler el ataque, de donde ya no pudieron salir (Pita, 2014).

Ese día, el cloro mató a cerca de mil soldados e hirió a otros cuatro mil (Everts, 2015). El éxito del ataque fue tal que sorprendió a los mismos alemanes, quienes no estaban preparados para avanzar a lo largo de toda la brecha que se abrió en el frente enemigo. Desaprovecharon el factor sorpresa, que no se volvió a repetir (Pita, 2014). Al día siguiente, en otro ataque del ejército alemán con cloro, las tropas canadienses a las que se enfrentaron ya portaban pañuelos impregnados en orina como máscaras improvisadas. Las heridas que produjo el cloro quedaron inmortalizadas en numerosas fotografías (Figura 1), y la máscara de protección se volvió el triste símbolo de la Primera Guerra Mundial (Figura 2). La historia consigna que el de Ypres fue el primer ataque con un arma de destrucción masiva, que es el término moderno que describe a las armas diseñadas para dañar al mayor número posible de personas sin que importe si son militares o civiles (Pita, 2011).



Figura 1. Tropas británicas cegadas por gas durante la Batalla de Estaires (1918). Fotografía de dominio público tomada por Thomas Keith Aitken, Imperial War Museums, disponible en: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:British_55th_Division_gas_casualties_10_April_1918.jpg.

Hasta su muerte en 1934, Haber sostuvo que las armas químicas eran una manera de acabar rápidamente conflictos que, de prolongarse, cobrarían un número mayor de víctimas (Friedrich & James, 2017). Esto, a todas luces, no ocurrió en la Gran Guerra. La primera consecuencia del ataque de Ypres fue impulsar a los aliados a producir y usar por cuenta propia cloro y otras sustancias, como el fosgeno, el difosgeno o el célebre gas mostaza, que se usaron extensivamente hasta la firma del armisticio en 1918. Todas ellas causaron un número estimado de cien mil víctimas; al fosgeno se atribuye el 85 % de ellas (Black, 2016). Sin embargo, los mayores efectos de estas armas fueron psicológicos. Además de desorientar a los soldados, lograban disminuir su temple incluso más que el fuego de la artillería. La sensación de sofocamiento causada por el cloro y el fosgeno hacía que muchos perdieran el control y quedaran en conmoción permanente si lograban sobrevivir (Vilches y cols., 2016). El simple rumor de un ataque químico provocaba pánico tanto en las tropas como en la población civil.

Además de tecnologías tales como la aviación militar, los tanques y los submarinos, la Primera Guerra Mundial inauguró la Química Roja, la ciencia de la materia dirigida a someter, incapacitar o aniquilar. De estos esfuerzos perversos surgieron luego sustancias aún más terribles, como los agentes nerviosos, que bloquean la comunicación



Figura 2. Soldado de la Primera Guerra Mundial con una máscara de gas. Fotografía de dominio público disponible en: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:WWI_Gas_Mask.png.

entre los nervios y los músculos. Uno de ellos, el VX, tiene una dosis letal media 700 veces mayor que la del cloro. Los agentes nerviosos han demostrado su letalidad no solo en tiempos de guerra, sino también en ataques terroristas (Black, 2016) y atentados (Therrien y Roxby, 2018).

El cloro sigue usándose como arma tanto en conflictos internacionales como en ataques de grupos paramilitares o insurgentes. Debido a sus numerosos usos industriales (por ejemplo, en la potabilización de agua), es una sustancia que se consigue muy fácilmente, por lo que su control por parte de organismos internacionales es casi imposible. De hecho, la Convención para la Prohibición de las Armas Químicas (CAQ), firmada por 193 estados, no lo considera en su listado más reciente como sustancia sujeta a verificación. Así, en abril de 2014, se denunció el uso de cloro por parte del ejército de Bashar al-Assad en contra de los rebeldes sirios, a pesar de que este país se había adherido a la CAQ en 2013 (Pita, 2014).

El cloro es un buen ejemplo de la naturaleza dual de las sustancias: pueden emplearse con fines pacíficos o destructivos. Decidirse entre unos u otros fines es solo cuestión de voluntad –y de sentido de poder– de quien diseña, sintetiza y produce sustancias químicas. Aunque existen iniciativas del gremio profesional encaminadas a garantizar



© Itziar Aretxaga. Colas de gato (*Plexaurella nutans*). Archipiélago Alacranes, Yucatán.

que la química se use únicamente para el bienestar de la humanidad (como las propuestas por la IUPAC)(Mahaffy y cols., 2014), finalmente la responsabilidad de cómo se emplea el conocimiento es individual. Por ello se ha planteado que los químicos y los ingenieros químicos en ciernes reciban una educación ética y se adopte un código universal de conducta, que los haga conscientes y responsables del potencial destructivo de su profesión (Sierra-Rodríguez, 2011). En nuestro país, en donde además emular a Walter White o a Jesse Pinkman (los protagonistas de la serie *Breaking Bad*) puede ser muy tentador, la educación ética de los futuros químicos es una labor urgente.

REFERENCIAS

Black R (2016). Development, historical use and properties of chemical warfare agents. *Chemical Warfare Toxicology, Volume 1: Fundamental Aspects* (pp. 1-28). The Royal Society of Chemistry, London.

Everts S (2015). *100 Years of Chemical Weapons*. Chemical and Engineering News. Recuperado de: <https://chemicalweapons.cenmag.org/>.

Friedrich B and James J (2017). From Berlin-Dahlem to the Fronts of World War I: The Role of Fritz Haber and his Kaiser Wilhelm Institute in German Chemical Warfare. En B. Friedrich, D. Hoffmann, J. Renn, F.

Schmaltz, & M. Wolf (Eds.), *One Hundred Years of Chemical Warfare: Research, Deployment, Consequences* (pp. 25-44). Cham: Springer.

Kean S (2011). Los elementos de la guerra. *La cuchara menguante*. Ariel, Madrid.

Mahaffy P, Zondervan J, Hay A, Feakes D & Forman J (2014). IUPAC and OPCW working toward responsible science. *Chemistry International* 36(5):9-13.

Monforte-Moreno M (2016). Química y defensa: matrimonio de conveniencia. *Anales de Química* 112(3):171-179.

Pita R (2008). *Armas químicas: la ciencia en manos del mal*. Plaza y Valdés, Madrid.

Pita R (2011). Proliferación de armas químicas. *Cuadernos de Estrategia* 153:79-111.

Pita R (2014). *El cloro como arma: de la Primera Guerra Mundial al conflicto sirio*. Documento de Opinión, Instituto Español de Estudios Estratégicos.

Sierra-Rodríguez MA (2011). *La Química y la seguridad nacional: una reflexión en el Año Internacional de la Química*. Documento de Opinión, Instituto Español de Estudios Estratégicos.

Therrien A, Roxby P (2018). *¿Qué son los agentes nerviosos y qué pueden causar al cuerpo humano?* BBC News-Mundo. Recuperado de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-43347193>.

Vilches D, Albuquerque G and Ramírez-Tagle R (2016). One hundred and one years after a milestone: Modern chemical weapons and World War I. *Educación Química* 27(3):233-236.

Gabriela A. Vázquez Rodríguez
Centro de Investigaciones Químicas
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
gvazquez@uaeh.edu.mx

Itziar ARETXAGA

Itziar Aretxaga (Bilbao, 1965).



© **Joseph Laclette**. Itziar Aretxaga.

Obtuvo su licenciatura en Física por la Universidad Complutense de Madrid y su doctorado por la Universidad Autónoma de Madrid en 1993. Tras estancias postdoctorales en el Royal Greenwich Observatory (Gran Bretaña) y el Max Planck Institute for Astrophysics (Alemania), se incorporó al Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) en Tonantzintla, Puebla, como investigadora del área de astrofísica en 1998. En la actualidad es Investigadora Titular C de ese instituto, miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel III, y de la Academia Mexicana de Ciencias. Sus líneas de investigación se desarrollan en el área de la astrofísica extragaláctica y cosmología. Es la directora científica de la cámara panorámica de continuo de nueva generación para el Gran Telescopio Milimétrico (ToITEC), y la directora de las Escuelas Internacionales de Jóvenes Astrónomos de la Unión Astronómica Internacional.

Empezó a bucear en 2002 y es integrante del Equipo Avanzado de Reconocimiento de peces del Atlántico Tropical Oeste en la ONG *Reef Environmental Educational Foundation*. Es voluntaria en conservación e instrucción en reconocimiento y censo de las poblaciones de peces arrecifales en parques nacionales subacuáticos de México y EUA. Ha contribuido a dos exposiciones fotográficas itinerantes organizadas en territorio nacional por la Asociación Mexicana de Imagen Subacuática, de la que es miembro. Toma fotografías submarinas desde 2015 y ha ganado el concurso de fotografía subacuática Verasub en 2017, en la modalidad foto panorámica con cámara compacta.



© **Itziar Aretxaga**. Pargo prieto (*Lutjanus novemfasciatus*). Cabo Pulmo, Baja California Sur.

© **Itziar Aretxaga**. Delfín mular (*Tursiops truncatus*).
Archipiélago de Revillagigedo, Colima.

© **Itziar Aretxaga**.
Chapín pintado (*Lactophrys bicaudalis*).
Puerto Morelos, Quintana Roo.



© **Itziar Aretxaga**. Anémona gigante (*Condylactis gigantea*).
Archipiélago Alacranes, Yucatán.
Derecha: Estrella pirámide (*Pharia pyramidata*).
Mar de Cortés, Baja California Sur.



© **Itziar Aretxaga**. Lija de lunares blancos (*Cantherhines macrocerus*).
Archipiélago Alacranes, Yucatán.

© **Itziar Aretxaga**. Anémona (*Pachycerianthus fimbriatus*).
Isla Espíritu Santo, Mar de Cortés, Baja California Sur.



© **Itziar Aretxaga**. Loras guacamayas (*Scarus guacamaia*).
Archipiélago Alacranes, Yucatán.



© **Itziar Aretxaga**. Tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*)
y ángel francés (*Pomacanthus paru*).
Sistema Arrecifal Veracruzano.
Izquierda: Pulpo abrazador (*Octopus bimaculatus*)
Isla Espíritu Santo, Mar de Cortés, Baja California Sur.



© **Itziar Aretxaga**. Gusano árbol de Navidad
(*Spirobranchus giganteus*). Sistema Arrecifal Veracruzano.



© **Itziar Aretxaga**. Humanos (*Homo sapiens*) observando un cardúmen de jurel voraz (*Caranx sexfasciatus*). Cabo Pulmo, Baja California Sur.



Hidrógeno: el futuro distante de la energía, nunca más

José Carlos **Carrillo-Martínez**
Edén **Ocegüera-Contreras**

El término de energía por hidrógeno ha sido muy sonado en nuestra época, ya sea por su utilización en celdas de combustible o en referencia a la combustión de ese elemento con fines de obtención de energía. Todos hemos escuchado de esta nueva solución que para la mayoría es un concepto futurista, pero se ignora que representa un verdadero cambio con respecto a la energía basada en carbón. La verdad es que, aunque la mayoría de la gente lo desconozca, en el mundo hay muchos proyectos que tienen que ver con el uso de hidrógeno como una fuente de energía verde de tipo cero emisiones. Cada día las compañías automotrices parecen apostar más hacia esta alternativa; inclusive, en 2014, se fundó Nikola Motors, una compañía dedicada a los autos eléctricos con modelos adaptados al uso de hidrógeno como fuente principal de energía.

Proyectos que en una época sonaban a ciencia ficción (energía por basura, insulina en aerosol, etc.) son hoy en día una realidad: proyectos de obtención de biogases como metano o hidrógeno a partir de microorganismos, una de las apuestas biotecnológicas más sustentables en la actualidad. Estamos hablando de energía brindada por la naturaleza, así como la eólica o la energía solar.

¿Cuál es la necesidad de buscar fuentes de energía tipo cero emisiones como el hidrógeno? La verdad es que



© **Itziar Aretxaga**. Lobo marino californiano (*Zalophus californianus*). Isla Espíritu Santo, Mar de Cortés, Baja California Sur.

la sobreexplotación de combustibles fósiles es un problema que ya está en un punto sin retorno, en el que acciones ambientalistas como cambiar tu bombilla por una ahorradora o reciclar tu basura son ideas superfluas; piensa en esto, si crees que apagar las luces mientras no las usas es una forma de ahorrar energía y salvar el medio ambiente, déjame decirte que en realidad lo único que ahorras es tu dinero, las centrales eléctricas que producen la energía que se distribuye a las casas están quemando combustibles fósiles de forma continua para su operación, así que tal vez no cierres el circuito para que se distribuya la energía a tu casa y no influyas en la quema de más combustible para satisfacer la demanda energética, pero la verdad es que aún no son suficientes las personas con la idea de ahorrar energía o usar fuentes alternas para realmente producir un impacto en la disminución de la quema de combustibles; pero descuida, no es tu culpa, es un problema en el que incluso las acciones de los gobiernos no están siendo

muy eficaces. Nuestra dependencia energética está haciendo que busquemos fuentes extras de carbón y gas de una manera descontrolada y nos está llevando a contaminar importantes cuencas hidrológicas. Asimismo, la sobreexplotación de recursos y la destrucción de ecosistemas genera la deforestación de grandes extensiones de terreno y la contaminación de los ríos, todo para satisfacer la gran demanda energética. Entre las metodologías más dañinas a los ecosistemas estarían la explosión de montañas para extraer carbón, el *fracking* hidráulico, la perforación petrolera costa afuera, y la más devastadora, el proceso de extracción de arena bituminosa.

MÉXICO FRENTE A UN CAMBIO ENERGÉTICO

Hoy en día México invierte más de lo que creemos en un cambio de modelo energético; se están lanzando múltiples proyectos enfocados en las áreas de biogás, biodiesel y tratamiento de desechos orgánicos, proyectos como el CEMIE-Bio (<http://proyectofse.mx/2016/02/03/cemie-bio-los-frutos-la->

biomasa) apoyado por CONACyT y diferentes clústeres nacionales que tiene líneas de investigación en, 1) biocombustibles de sólidos, 2) bioalcoholes, 3) biodiesel y biogás y 4) bioturbosina. El clúster de biodiesel y biogás está a cargo del Dr. Elías Razo, Profesor Investigador en el IPICYT, quien afirma que nuestro país es líder mundial en el desarrollo de biocombustibles de hidrógeno, algo que nos abre muchas oportunidades en un plazo de tiempo que tal vez no exceda de la segunda década de este siglo, ello a pesar de que nuestro país se mantiene entre los diez mayores productores de petróleo del mundo, de acuerdo con la revista Forbes:

En el caso de México, se mantiene en el 'Top ten' de los países con mayor producción, pero en reservas probadas el país ha ido cayendo irremediablemente. En 1992, las reservas del país eran de 51,000 millones de barriles, en 2002 bajaron a 17,200 millones y en 2012 hasta 11,400 millones, según estimaciones de BP. Francisco Muciño. (Raulin, 2008)

Es claro que México es un país muy acostumbrado a la obtención de energía por medio de este método. Hagamos un ejercicio, pensemos en Titán, una de las lunas de Saturno, contiene lagos y mares de metano y etano, moléculas de gas natural en forma líquida, compuestos que utilizamos para la obtención de energía (Muciño, 2014). Probablemente pasó por tu mente la siguiente idea: si viviéramos en un satélite natural como Titán, o si pudiéramos traer sus hidrocarburos, no sufriríamos un déficit de gases naturales (aunque es probable que nos los terminaríamos con el tiempo). El punto es el hecho de lo acostumbrados que estamos a esta materia prima, pero si utilizáramos otra materia prima como el hidrógeno, el material más abundante del universo, con una energía de combustión favorable, otra cosa sería; el hidrógeno, además se puede transformar a energía eléctrica de forma directa, se encuentra en la composición del agua, de la cual se puede obtener por electrólisis y es residuo metabólico de algunas bacterias. Las máquinas que usamos actualmente no son iguales a las que



© Itziar Aretxaga. Lobo marino californiano (*Zalophus californianus*). Isla Espíritu Santo, Mar de Cortés, Baja California Sur.



© Itziar Aretxaga. Lobo marino californiano (*Zalophus californianus*). Isla Espíritu Santo, Mar de Cortés, Baja California Sur.

había hace 100 años, pero nuestras fuentes de energía siguen siendo las mismas, a pesar de que hoy en día contamos con tecnología para explotar fuentes renovables (solar, cinética de las olas, hidrógeno, eólica). Debemos mejorar estas energías



© Itziar Aretxaga. Lobo marino californiano (*Zalophus californianus*). Isla Espíritu Santo, Mar de Cortés, Baja California Sur.



© Itziar Aretxaga. Lobo marino californiano (*Zalophus californianus*). Isla Espíritu Santo, Mar de Cortés, Baja California Sur.

y dejar atrás las que están causando problemas, tanto ambientales como de reserva.

Resumiendo: México es un país que cuenta con grandes reservas de crudo, pero estas disminuyen, por lo que debemos buscar nuevas fuentes de energía; la investigación de producción biológica está creciendo y muestra resultados prometedores, por ello las investigaciones en este campo parecen ser

una inversión factible, tanto económicamente como para el desarrollo de la investigación nacional.

¿CÓMO SE LLEVA A CABO LA PRODUCCIÓN BIOLÓGICA DE HIDRÓGENO?

Existen tres tipos de microorganismos que participan en la producción de hidrógeno: 1) cianobacterias, 2) bacterias anaerobias y 3) bacterias fermentativas. Las primeras son organismos fotosintéticos que pueden descomponer el agua en hidrógeno y oxígeno de forma directa mientras reciban luz; los segundos utilizan sustancias orgánicas como materia prima para metabolizarse en hidrógeno mediante las enzimas llamadas hidrogenasas (Kirtay, 2011). Además, existen cuatro procesos mediante los cuales los microorganismos llevan a cabo la producción de hidrógeno: 1) biofotólisis directa, 2) biofotólisis, 3) fotofermentación y 4) fermentación oscura. Todos los procesos son controlados por enzimas especializadas llamadas hidrogenasas y nitrogenasas, estas enzimas tienen la habilidad de usar dos electrones para reducir dos protones (H^+) a dos átomos de hidrógeno (H_2) (Argun y Kargi, 2011)

Las hidrogenasas son la llave de la producción de biohidrógeno y se clasifican en *Uptake hydrogenases* y *reversible hydrogenases*; las primeras cumplen con la función descrita anteriormente, y las segundas se encargan de descomponer el hidrógeno en electrones y protones (Kirtay, 2011).

FERMENTACIÓN OSCURA

Esta fermentación se presenta en bacterias anaerobias como microalgas, aunque de este proceso no solo se obtiene hidrógeno, sino también dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y sulfuro de hidrógeno (H_2S) (Argun & Kargi, 2011). Este tipo de proceso ocurre en bacterias anaeróbicas que crecen en ambientes ausentes de luz con sustratos ricos en carbohidratos (Kirtay, 2011). La fermentación oscura tiene ventajas como su independencia de la luz y de factores ambientales como la lluvia, que son factores no controlables, por lo que se

vuelve un buen partido para su uso en biorreactores o laboratorios, además de que su productividad máxima registrada es de cuatro moles de hidrógeno por mol de glucosa ($C_6H_{12}O_6$), esta productividad está condicionada al desecho final en forma de ácido acético (CH_3COOH); cuando el producto final cambia, también lo hará el rendimiento para más o menos moléculas de hidrógeno (la mayoría de las veces menos)(Argun & Kargi, 2011).

La producción teórica máxima de cuatro moles de hidrógeno está condicionada con el producto final en forma de ácido acético, mientras que la más baja está relacionada con el producto final en forma de propionato. Los microorganismos de alta producción son del género *Clostridium*, destacablemente *pasteurianum*, *butyricum* y *beijerinckii*, aunque *Clostridium propionicum* es un bajo productor (Kirtay, 2011).

FOTOFERMENTACIÓN

Algunas bacterias como *Rhodospirillaceae* (bacterias púrpuras no sulfurosas) pueden producir hidrógeno mediante la enzima nitrogenasa, usando ácidos orgánicos como el ácido acético, condicionado a la ausencia de compuestos nitrogenados debido a que estos actúan como inhibidores de esta enzima; estas enzimas pueden reducir protones a hidrógeno gaseoso usando energía extra de moléculas de ATP (Kirtay, 2011). Este método tiene como desventajas el uso de nitrogenasas (enzimas de alta demanda energética), de poca eficiencia en la conversión de la energía solar, además de ser dependientes de un factor no controlable como la presencia de la luz solar y las condiciones climáticas como la lluvia o cualquier circunstancia que impida la correcta obtención de la energía solar suficiente para la reacción. Sin embargo, algo que lo hace atractivo es el hecho de que necesita como sustrato ácidos orgánicos como el ácido acético, uno de los productos finales de la fermentación oscura, con lo que se busca optimizar la producción de hidrógeno de hasta 12 moles de hidrógeno, en lo que sería un proceso mixto de dos estaciones con diferentes bacterias en condiciones completamente diferentes.

OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO

Una producción de 4 moles de hidrógeno por mol de glucosa está bien, pero 12 moles no suena nada mal. La combinación de la fotofermentación y la fermentación oscura supone una producción máxima de 12 moles de H_2 . El primer paso sería la reacción de fermentación oscura con glucosa y dos moléculas de glucosa como sustrato, lo cual reaccionaría en dos moléculas de ácido acético, dos moléculas de dióxido de carbono y cuatro moléculas de hidrógeno; después de esto el segundo paso o estación sería la fotofermentación, usando las dos moléculas de ácido acético y cuatro moléculas de agua como sustrato para reaccionar en ocho moléculas de hidrógeno diatómico y cuatro moléculas de dióxido de carbono, dando al final una producción de 12 moles de H_2 (Kirtay, 2011). Hasta ahora, la producción más alta registrada ha sido de 7.1 moles de H_2 (Argun y Kargi, 2011); aunque no son los 12 hidrógenos esperados, es el mayor avance que tenemos y sigue siendo mayor que la producción máxima de la fermentación oscura de cuatro moles de H_2 . Las investigaciones siguen corriendo, así como las expectativas de alcanzar los 12 moles de H_2 .

Otra forma de optimizar la producción de hidrógeno sería mediante ingeniería metabólica o biología sintética; como mencionamos anteriormente, el rendimiento de la producción de hidrógeno depende de los productos finales; si lo que no quisiéramos fuera la síntesis de propionato o ácido láctico, se podría encontrar una forma de no solamente impedir la síntesis de ese producto por medio de su enzima especializada, sino también de cambiar la naturaleza de esta enzima para obtener algo que nos beneficie más, como sería ácido acético.

Piénsalo de esta manera: se puede modificar el origen para sintetizar lo que más nos convenga, al final será una enzima que cumplirá la función de convertir el sustrato en un producto de nuestro interés. Esto funciona bien si se sabe usar, mientras no se modifique una parte importante



© Itziar Aretxaga. Lobo marino californiano (*Zalophus californianus*). Isla Espíritu Santo, Mar de Cortés, Baja California Sur.

del microorganismo que se encargue del perfecto funcionamiento del proceso, a menos que se lo modifique de tal forma que el organismo pueda continuar con sus funciones y las nuevas enzimas diseñadas, claro está.

TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO

La mayoría de las zonas agroindustriales terminan produciendo residuos orgánicos con los que ya no pueden trabajar y los envían a cumplir otras funciones, como de abono o cultivo de lombrices, pero estos residuos pueden servir de sustrato para la síntesis de hidrógeno, dado que los microorganismos pueden metabolizar los azúcares que estos contengan (Oceguera-Contreras, 2018).

DIGESTIÓN ANAERÓBICA

Empieza con la hidrólisis y acidogénesis en un ambiente sin oxígeno; un ejemplo sería un ambiente

con temperaturas altas donde se elimina el oxígeno disuelto, después se agregan organismos productores de hidrógeno (Guo y cols., 2010). Para una buena digestión anaeróbica se debe hacer un pretratamiento de los residuos; la hidrólisis es el primer paso, y es la descomposición de azúcares más complejos por medio de enzimas para obtener azúcares más simples; a partir de aquí las bacterias hidrológicas son capaces de metabolizar estos azúcares en ácidos grasos volátiles como el ácido acético u otros compuestos como lactato o alcoholes, estas reacciones serán acompañadas de las reducciones de protones a moléculas de hidrógeno por medio de las hidrogenasas.

BENEFICIOS DEL HIDRÓGENO Y SUS APLICACIONES EN LA SOCIEDAD

No es noticia la condición actual de nuestro planeta debido a la quema de combustibles fósiles a lo largo del tiempo, la deforestación excesiva, la contaminación de las aguas y la emisión de compuestos como clorofluorocarbonos, los cuales destruyen la capa de ozono que nos protege de la radiación

solar. La energía por hidrógeno es de tipo cero emisiones debido a que cuando se pasa por una celda de combustible para su transformación en energía eléctrica, obtenemos como residuo agua, por lo que desaparecería la preocupación de las emisiones contaminantes debido a que se eliminan por completo. Entonces, te preguntarán ¿qué es lo que espera el mundo para usar este tipo de energía? La verdad es que nada, el hidrógeno será la energía del futuro, ya se construyen autos impulsados por hidrógeno, aunque la obtención de este sea por electrólisis, un método poco conveniente debido a que utiliza energía eléctrica para funcionar, y esto es algo que puede hacerse empleando celdas solares u otro método. Nikola Motors está lanzando sus modelos al mercado, además de múltiples estaciones de hidrógeno en Estados Unidos (<https://nikolamotor.com/stations>) con un precio gratuito para usuarios de Nikola, y a un costo de 3.50 dólares por recarga para los no usuarios, una idea bastante satisfactoria para los usuarios de Nikola debido a que, una vez comprado el auto, nunca deberán pagar por gas, lo cual demuestra un verdadero compromiso por un cambio energético, así como se ha visto con Tesla Motors. Esto marcaría un nuevo estilo de vida para la sociedad; si países influyentes toman este camino, los demás países les seguirán con la confiabilidad de sus aplicaciones en nuestros estilos de vida energéticamente dependientes, además de las crecientes investigaciones en la optimización, la producción se vuelve cada día más viable. Pronto esta energía podrá ser tan común en el mundo como la energía solar o la eólica.

A manera de conclusión se puede decir que el hidrógeno es el elemento más abundante del universo, tiene una buena energía en combustión y energética (122 kJ/g), tres veces más que cualquier hidrocarburo; se puede transformar en energía eléctrica de forma directa y el único residuo sería agua, además de que los microorganismos cuentan con enzimas especializadas para su producción. Es como si la naturaleza nos estuviera gritando: ¡ahí está la solución! El universo ya nos proporcionó todo, condiciones para el agua líquida y el desarrollo de hidrogenasas en microorganismos adaptados para

la luz u oscuridad; cada día sabemos más de ellos y su metabolismo, lo cual nos puede dar más pistas acerca de cómo tomar un mayor beneficio de esto. Podremos manejar mejor nuestra vida dependiente de energía de una manera más equilibrada con el mundo que nos rodea e iniciar un nuevo estilo de vida, además de ayudar al desarrollo de la investigación científica en México en una esperada próxima década con “energía del futuro”.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue realizado gracias al apoyo a la incorporación de NPTC de PRODEP con expediente número UDG-PTC-1348.

R E F E R E N C I A S

Guo XM, Trably E, Latrille E, Carrre H & Steyer JP (2010). Hydrogen production from agricultural waste by dark fermentation: A review. *International Journal of Hydrogen Energy*, 35(19), 10660-10673. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2010.03.008>.

Kirtay E (2011). Recent advances in production of hydrogen from biomass. *Energy Conversion and Management*, 52(4), 1778-1789. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2011.01.010>.

Muciño F (2014). Los países más ricos en 'oro negro'. *Forbes México*. Retrieved August 21, 2018, from <https://www.forbes.com.mx/los-paises-mas-ricos-en-oro-negro/>.

Oceguera-Contreras E, Aguilar-Juárez O, Oseguera-Galindo D, Macías-Barragán J, Bolaños-Rosales R, Mena-Enríquez M, ... De León-Rodríguez A (2018). Biohydrogen production by vermicompost-associated microorganisms using agro industrial wastes as substrate. *International Journal of Hydrogen Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.10.236>.

Photo-fermentation: An overview. *International Journal of Hydrogen Energy*, 36(13), 7443-7459. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2011.03.116>.

Raulin F (2008, July 31). Planetary science: Organic lakes on Titan. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/454587a>.

José Carlos Carrillo-Martínez
Ingeniería en Sistemas Biológicos
Centro Universitario de los Valles
Universidad de Guadalajara

Edén Oceguera-Contreras
Laboratorio de Sistemas Biológicos
Centro Universitario de los Valles
Universidad de Guadalajara
eden.oceguera@academicos.udg.mx



© **Itziar Aretxaga**. Lobo marino californiano (*Zalophus californianus*). Isla Espíritu Santo, Mar de Cortés, Baja California Sur.

Equilibrio reflexivo: las prácticas que regulan las inferencias inductivas

Octavio Pozos Álvarez

La inducción o razonamiento inductivo es aquel que presupone confiar en el pasado para predecir el futuro. La inducción es entendida comúnmente como aquellas inferencias que hacemos partiendo de la observación de una serie de hechos que ocurren constantemente en el pasado e inferimos que ocurrirá lo mismo en el futuro. Hemos observado que el Sol siempre está presente todas las mañanas, tenemos una experiencia previa que nos permite creer que ocurrirá lo mismo en el futuro, que mañana estará el Sol nuevamente. Pero, cómo justificamos este hecho de pasar de lo particular a lo general, esto es, de tener una serie de observaciones y concluir que ocurrirá lo mismo en el futuro.

El problema de la inducción surge por pretender dar una justificación racional a las proposiciones universales derivadas de la experiencia. Si no es posible explicar cómo justificamos nuestras inferencias inductivas de manera racional, entonces este problema pone en duda la validez de la ciencia natural, ya que esta se basa en razonamientos inductivos.

Mi objetivo principal es explicar cómo considero que las prácticas, –entendidas como un criterio de corrección–, regulan las inferencias inductivas. Esto permitirá explicar, a partir de estas prácticas, una forma de entender el trabajo científico.



© Itziar Aretxaga. Calamar arrecifal caribeño (*Sepioteuthis sepioidea*). Sistema Arrecifal Veracruzano.

EL PROBLEMA DE LA INDUCCIÓN DE HUME

Hume se preocupó por saber cómo son posibles las inferencias inductivas; cómo pasamos de hechos particulares a una noción general. Llegó a la conclusión de que no es posible justificar racionalmente las inferencias inductivas que hacemos a diario, pues las inferencias inductivas que hay en la ciencia y que todos los sujetos hacemos en la vida cotidiana no tienen justificación racional *a priori*. No hay un principio general que justifique nuestras inferencias inductivas particulares; no es la razón la que nos hace concluir que tales causas particulares deben tener necesariamente tales efectos particulares, sino, es la experiencia la que nos lleva a inducir que ocurrirá tal efecto.

Hume pensó que todos los objetos de la razón e investigación humana se fundan en dos grandes grupos: relaciones de ideas y cuestiones de hecho. Las primeras claras y autoevidentes por sí mismas, tal que su contradicción no puede ser concebida por la mente, por ejemplo, la geometría y la matemática (aritmética), pero las segundas no se fundan de la misma manera, ya que al pensar su contradicción no implica su negación. Pensar la contradicción de que el Sol saldrá mañana es posible, y no implica su negación. Pero, ¿en qué se fundamenta la evidencia que nos asegura cualquier existencia real y cuestión de hecho más allá de los sentidos y de la memoria? Una posible respuesta es que todos nuestros razonamientos

acerca de los hechos están fundados en la relación de causa y efecto (Hume, 2004).

Llegamos al conocimiento de la relación de causa y efecto por medio de la experiencia, pero este conocimiento no se fundamenta en intuiciones *a priori*, ya que,

(...) ninguna de las cualidades de cualquier objeto revela ni sus causas que lo produjeron ni sus efectos que surgen de él, ni nuestra razón puede inferir alguna existencia real ni cuestión de hecho (Hume, 2004. p. 36).

Los sentidos nos proporcionan de algunas cualidades de la naturaleza como el color, consistencia, peso, movimiento, etc., pero estas no son suficientes para saber el principio o causa última de la naturaleza. Por ello, siempre que tenemos cualidades sensibles iguales, suponemos y esperamos que haya los mismos efectos semejantes a los que hemos experimentado en el pasado, y esperar efectos semejantes es por un proceso de la mente. No hay una uniformidad necesaria en la naturaleza; las leyes que rigen el movimiento y el cambio no serán siempre como han sido; nada nos asegura que el Sol saldrá mañana ni tampoco que no saldrá, sin embargo, nuestra mente nos lleva a formar esta conclusión por la conjunción constante y regular de los hechos en la naturaleza misma.

Pensar que el futuro se comportará como ha sido en el pasado es gracias a este proceso de la mente que llamamos *inferencia*. Pero este razonamiento no se puede demostrar ni intuitivamente

ni por medio de un razonamiento probable. No se puede demostrar intuitivamente o por medio de la relación de ideas, ya que es evidente que pensar lo contrario al curso de la naturaleza no implica una contradicción. Pensar que en verano hará mucho frío y en invierno hará mucho calor no es contradictorio. Lo que es inteligible y puede concebirse claro y distinto no implica contradicción alguna y, no puede probarse su falsedad con argumentos demostrativos *a priori*. Por otra parte, si quisiéramos demostrar que este razonamiento se funda en la experiencia o cuestiones de hecho llegaremos a un círculo, pues hemos visto que este tipo de argumentos se fundan en la relación de causa y efecto, y nuestro conocimiento de esta relación se funda en la experiencia, y todas nuestras conclusiones experimentales se dan a partir del supuesto de que el futuro se comportará como el pasado.

Debe haber otro principio que pueda ser el fundamento de la justificación de hacer inferencias y, este principio es *la costumbre o el hábito* (Hume, 1992. *Cursivas mías*).

Cuando hay esa regularidad constante en la conjunción de los sucesos u objetos ocurridos en el pasado, entonces predecimos el uno con la aparición del otro. Llamamos al primero causa y al segundo efecto y, suponemos que hay una relación entre ellos, una relación necesaria. Esta es la impresión o sentimiento que nos lleva a formar la idea de conexión necesaria, aunque esta es una justificación escéptica. Cuando dos objetos aparecen de forma regular a nuestra mente y están relacionados, llegamos a la conclusión –solo a partir del hábito que se forma en nuestras mentes– de que hay una causa y un efecto.

EQUILIBRIO REFLEXIVO

Una buena forma de comprender mejor el problema inductivo es haciendo una analogía con otro tipo de inferencias justificadas no inductivas, a saber, las inferencias deductivas (Goodman, 1983).

Cuando hacemos razonamientos deductivos, estos están justificados o validados por adecuarse a las reglas de la lógica deductiva a pesar de que su conclusión sea falsa. Pero, ¿cómo es que las reglas generales de la deducción están justificadas y son válidas? La respuesta no es que estas reglas se sigan de algún axioma autoevidente, ni tampoco que están fundamentadas en la particular naturaleza de la mente humana, como que son innatas o *a priori*, sino, las reglas generales de la deducción se justifican y son válidas por que se adecuan a prácticas deductivas aceptadas. “La validez de la deducción depende de su ajuste con las inferencias deductivas que realmente se hacen y se sancionan” (Goodman, 1983. p. 63). La aceptación de reglas generales se deriva de juicios que aceptan o rechazan las inferencias deductivas particulares. La deducción está justificada por adecuarse correctamente a las reglas generales de la lógica deductiva y a su vez, estas reglas son válidas por su adecuación con las prácticas inferenciales deductivas aceptadas.

De la misma forma como se justifica la deducción se justifica la inducción, esto es, por medio de reglas generales de la inducción lógica que son reguladas por las prácticas inductivas particulares. Si una regla produce inferencias aceptables entonces los individuos las aceptan como válidas y, si una regla produce inferencias inaceptables entonces se descartan como algo inválido. La justificación de las reglas generales tanto de la inducción como de la deducción se deriva de los juicios que rechazan o aceptan inferencias particulares.

De esta forma como se justifica tanto la inducción como la deducción, parece haber un círculo, pero un círculo virtuoso más que un círculo vicioso (Goodman, 1983), pues una regla se modifica cuando hay una inferencia difícil de aceptar y una inferencia se rechaza cuando viola una regla que es difícil de modificar. Hay un acuerdo entre las reglas y las inferencias particulares semejantes entre sí, un ajuste mutuo entre estas dos.

Hablar de cómo justificamos nuestras inferencias inductivas, es pensar un equilibrio reflexivo:

las prácticas que regulan las reglas de la lógica inductiva. El equilibrio reflexivo es un ir y venir de las prácticas inductivas a las reglas y de las reglas a las prácticas.

LAS INFERENCIAS INDUCTIVAS Y LOS PARADIGMAS

Hume desarrolló la idea de que el conocimiento surge a partir de la experiencia, entonces, el conocimiento también se justifica y se fundamenta en la experiencia misma. El problema es que este conocimiento no nos ofrece ninguna garantía de justificación de las inferencias inductivas. No podemos saber si ocurrirá lo mismo en el futuro como ha ocurrido en el pasado. No podemos dar cuenta de un conocimiento que no tenemos. Sin embargo, el equilibrio reflexivo es una buena forma de entender mejor el problema. Las inducciones que hacemos a diario no solamente se forman a partir de la experiencia sino también a partir de ciertas prácticas que justifican esas inferencias. Las prácticas son consideradas como válidas en un momento dado como un criterio de corrección que regula las reglas de las inferencias inductivas. Las prácticas inferenciales particulares son aceptadas por adecuarse a las reglas de las inferencias lógicas y estas reglas también se adecuan a las prácticas inductivas inferenciales. Tanto las reglas como las inferencias inductivas están en constante cambio y movimiento, esto implica que los individuos que hacen inferencias inductivas deben estar en un contexto histórico social determinado.

La justificación de las inferencias inductivas por medio del equilibrio reflexivo implica una explicación histórica y contextual de los criterios de justificación racional de inferencias inductivas.

La ciencia funciona de esta manera, de una forma pragmática, hay una ida y vuelta entre las leyes y teorías y las prácticas científicas que regulan esas teorías y leyes. Las leyes y teorías, en este caso no son eternas sino cambiantes de acuerdo a lo que es aceptable o no, y las prácticas se adecuan a las leyes que hay, todo esto para formar un

equilibrio entre las prácticas y las teorías. Estas prácticas y leyes van cambiando con el transcurso del tiempo de acuerdo a las comunidades científicas que también han cambiado.

Los filósofos que recientemente se han preocupado de saber cómo es posible la ciencia y cómo se trabaja en ella, han centrado su análisis en conocer el desarrollo del conocimiento científico a través de la historia. Uno de los más conocidos es Thomas Kuhn (1962). Él ha roto con la tradición empirista y racionalista. A pesar de que se usan los métodos inductivos y deductivos en la ciencia no son suficientes, pues la ciencia necesita un contexto de justificación y un contexto de descubrimiento, y los empiristas y los racionalistas solamente se centraron en el contexto de justificación. La ciencia se genera y se desarrolla dentro de un marco de investigación llamado paradigma (*ibíd.*).

La ciencia se basa en paradigmas que tienen un proceso de evolución y de cambio con las distintas tradiciones científicas, de acuerdo con los objetivos y problemas que enfocan. Un paradigma se conforma de generalizaciones simbólicas y supuestos adicionales. Lo primero entendido como leyes o teorías y lo segundo como hipótesis o supuestos. Las observaciones están conformadas por un paradigma; toda observación está cargada de teoría. Ya no son las observaciones puras al estilo del empirismo ni la teoría universal al estilo del racionalismo, sino que toda observación está en la economía del paradigma desde donde se trabaja, se conforma y se justifica el conocimiento científico. La ciencia es una convención pragmática que implica los intereses, las prácticas, los supuestos, los condicionamientos, etc., que se dan en una tradición científica en un contexto histórico concreto. Esto es lo que se intenta con la justificación de las inferencias inductivas, las cuales se justifican por prácticas que realiza toda una tradición epistémica. Esto implica que intervienen diversos supuestos tanto contextuales como sociales y culturales: hay un constante reajuste entre las reglas y expectativas en momentos históricos en particular. Las generalizaciones simbólicas y los supuestos adicionales que Kuhn propone no son eternos sino cambiantes



© Itziar Aretxaga. Calamar arrecifal caribeño (*Sepioteuthis sepioidea*). Sistema Arrecifal Veracruzano.

(Ranzans, 1999). Cuando surge una anomalía o problema al interior de un paradigma establecido y no se puede resolver, entonces hay la posibilidad de que otro paradigma explique esa anomalía, y los científicos vuelvan la vista a ese nuevo paradigma. Esto es lo que se llama *incommensurabilidad*. A lo largo de la historia de la ciencia y del conocimiento esto es lo que ha ocurrido, por ejemplo el paradigma Newtoniano tuvo diversas anomalías y en el transcurso del tiempo surgió el paradigma Einsteiniano el cual explicó la anomalía. Pero todo surge por observaciones y supuestos o hipótesis que van conformando las generalizaciones simbólicas que a su vez conforman el paradigma.

Continuamos usando las inferencias inductivas y deductivas por el simple hecho de que hasta el momento se han adecuado a las prácticas científicas como válidas. Estas inferencias están lo bastante atrincheradas en la ciencia. Hablar de las inferencias tanto inductivas como deductivas implica hablar también de las prácticas como un criterio de corrección para las reglas de la lógica inductiva y deductiva.

CONCLUSIÓN

Hume nos heredó el problema de la justificación inductiva, ya que él no logró la justificación pretendida como “racional” y por ello llegó a la conclusión escéptica del hábito. A pesar de que su objetivo era establecer el método inductivo que explicaría las causas de nuestro comportamiento moral y del comportamiento de la naturaleza, su fracaso se

debió a que partió de una noción pura de la observación, al concebir que las ideas son causadas por impresiones de los sentidos, pero su mayor fracaso está en que no se puede justificar la noción de *causalidad*, por tanto no se puede justificar que una impresión cause una idea.

Queda claro que la importancia de Hume en el debate del problema de la inducción es inminente y, también en cómo está estructurada la ciencia y su funcionamiento. Por su parte, la filosofía aún sigue con el desafío de explicar por qué y cómo es posible el conocimiento científico. Aquí solamente vimos cómo es posible justificar la inducción a partir de las prácticas que regulan las reglas de la lógica, de esta manera, en mi opinión, también el conocimiento científico está justificado.

BIBLIOGRAFÍA

- Goodman N (1983). “The new riddle of induction”, en *Fact, Fiction and Forescat*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Hume D (2004). *Investigación Sobre el Entendimiento Humano*, Gernika, México.
- Hume D (1992). *Tratado de la Naturaleza Humana*, Gernika, México.
- Kuhn TS (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Pérez Ransanz AR (1999). *Kuhn y el cambio científico*, Fondo de Cultura Económica, México.

Octavio Pozos Álvarez
Instituto de Investigaciones Filosóficas, UNAM
opageni.unam@gmail.com



© Itziar Aretxaga. Calamar arrecifal caribeño (*Sepioteuthis sepioidea*). Sistema Arrecifal Veracruzano.

Aves comunes en Ciudad Universitaria de la BUAP

José Antonio **González Oreja**
Francisco Javier **Jiménez Moreno**
Juan Héctor **García Chávez**

Hay quien defiende que vivimos en el Antropoceno (Lewis y Maslin, 2015), una época geológica dominada por problemas ambientales – como la contaminación, el cambio climático o la pérdida de biodiversidad – que se deben en gran parte a las actividades de las sociedades modernas (Miller y Spoolman, 2015). Uno de esos problemas es la urbanización: la concentración de las poblaciones humanas en ciudades, grandes urbes y megalópolis. En México, cerca del 80 por ciento de la población vive ya en entornos urbanos, y no se espera que la tendencia cambie en el futuro inmediato (INEGI, 2016).

Entre otras consecuencias medioambientales, la urbanización repercute negativamente en la fracción de diversidad biológica que podemos encontrar en los entornos urbanos (Marzluff y cols., 2008). Afortunadamente, muchas ciudades cuentan con una colección de áreas verdes, como parques y jardines, plazas y zócalos, o panteones y “campus” de universidades. Las áreas verdes urbanas son valiosas desde un punto de vista ambiental, pues realizan ciertos servicios ecosistémicos (Cuadro 1) y permiten conservar una representación de los sistemas ecológicos que podríamos encontrar en los entornos naturales que rodean a las ciudades. Generalmente, en ellas hay una elevada cobertura de árboles y otras formas de

CUADRO 1. ÁREAS VERDES URBANAS Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

En un mundo preocupado por la sostenibilidad medioambiental de las actividades humanas es importante poder justificar la conservación de las áreas verdes urbanas. Para ello resulta útil el concepto de servicios *ecosistémicos* (véase, por ejemplo, Miller y Spoolman 2015).

Por el simple hecho de funcionar tal y como lo hacen, los ecosistemas realizan un conjunto de procesos (servicios) de los que depende la vida. Las áreas verdes urbanas contribuyen a purificar el aire, a generar oxígeno, a reducir algunas formas de contaminación atmosférica, a regular el microclima local, y a controlar los procesos de erosión y pérdida de suelo. Además, los parques y jardines embellecen el ambiente, nos ayudan a alejarnos del mundanal ruido y mejoran nuestra calidad de vida.

Por otro lado, las áreas verdes urbanas pueden ser el hábitat de una fracción de la biodiversidad que nos rodea. Numerosas especies de aves, residentes, migratorias, o invernantes, encuentran sitios de anidación o protección, así como alimento o refugio, en parques y jardines, panteones, o “campus” de Universidades. En realidad, el campus central de la BUAP presenta un alto potencial para la investigación científica sobre las aves (González Oreja, en prensa), y puede ser considerado como un importante recurso en la formación de futuros observadores de aves.

vegetación que sirven como hábitat al grupo de seres vivos que cubriremos en este trabajo: las aves.

Hasta hace poco, el conocimiento que los científicos tenían sobre las aves de las áreas verdes urbanas era muy limitado. Hoy día, la cantidad de publicaciones disponibles ha crecido considerablemente, tanto para Europa, como para América del Norte y Latinoamérica (véase, por ejemplo, MacGregor Fors y Escobar Ibáñez, 2017). En este trabajo prestaremos atención a las especies de aves más comunes en Ciudad Universitaria (CU), es decir, el campus central de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Aunque CU no es un jardín, ni una plaza, ni un zócalo, podemos considerarla como una de las áreas verdes más importantes en la Ciudad de Puebla. En efecto, en sus cerca de 100 ha se encuentran diversos usos del suelo, entre los que destacamos las zonas con una mayor cobertura de árboles, como algunos sectores del Jardín Botánico Universitario, y los cuerpos de agua, como el Lago de Arquitectura.

Con este trabajo, que está en la línea de otros con objetivos similares (véase, por ejemplo, SEO/BirdLife, 2006; Del Olmo, 2012; Mendoza Cuamatzi y cols., 2012), queremos contribuir a que la comunidad universitaria de la BUAP tenga mayor conocimiento de la realidad natural con la que comparte el espacio donde realiza gran parte de sus actividades. Ya sea en ciertas estaciones, ya a lo largo de todo el año, numerosas especies de aves encuentran en CU su espacio vital. No es fácil encontrar un área verde urbana con un inventario de especies tan amplio como el de CU, pues acumula actualmente cerca de 160 especies (González Oreja, en prensa).

De ellas, vamos a cubrir aquí solo una pequeña parte. Por lo tanto, no están todas las que son, ya que nos limitaremos solo a las aves más frecuentes, abundantes o fáciles de observar e identificar; pero sí son todas las que están. Para seleccionar las especies que integran este trabajo, (1) hemos revisado los antecedentes disponibles; (2) hemos realizado nuevo trabajo de campo en CU; (3) hemos consultado la información que albergan los portales en internet de los proyectos de ciencia ciudadana sobre aves, y (4) hemos solicitado ayuda a colegas que pudieran tener datos sobre las aves de CU. Para facilitar la lectura de este trabajo, utilizaremos solo los nombres comunes de las especies, aunque el lector interesado también puede encontrar los nombres científicos correspondientes (Cuadro 2). Además, para ayudar a la identificación de las especies, añadiremos datos sobre el tamaño de las aves (longitud, con la cola incluida; y en algunos casos, envergadura). Aunque los científicos que estudian las aves utilizan un orden concreto para presentar sus especies (el llamado orden taxonómico), en este trabajo las dispondremos según un orden simplemente alfabético.

LAS AVES TERRESTRES MÁS COMUNES EN CIUDAD UNIVERSITARIA

Hay cinco especies de aves con hábitos terrestres (es decir, que completan todo su ciclo biológico fuera del agua) que han aparecido en todos los

CUADRO 2. SOBRE LOS NOMBRES DE LAS AVES

En el siglo XVIII, el naturalista sueco Linneo estandarizó el modo de nombrar a los seres vivos y propuso el sistema de nomenclatura binomial, o “Linneano”. Cada ser vivo conocido por la ciencia recibe un nombre único, compuesto normalmente por dos epítetos, escritos en cursiva. Así, el nombre científico del águila real, ave que aparece en el escudo nacional de México, es *Aquila chrysaetos*, y no importa si quien utiliza el nombre es un conservacionista de Japón o una ecóloga de México.

Ahora bien, los nombres comunes de los seres vivos no son únicos, y podemos encontrar varios seres vivos que reciben el mismo nombre común, así como varios nombres comunes que se refieren a un mismo ser vivo. En México se han propuesto diversos esquemas para reglar la nomenclatura vernácula de las aves. Aquí seguimos a Berlanga y cols. (2017), aunque escribimos los nombres comunes con iniciales en minúsculas.

A continuación listamos, ordenados alfabéticamente, los nombres comunes y científicos de las 13 especies de aves que integran este trabajo: garza blanca (*Ardea alba*), garza dedos dorados (*Egretta thula*), gorrión doméstico (*Passer domesticus*), matraca del Balsas (*Campylorhynchus jocosus*), paloma alas blancas (*Zenaida asiatica*), paloma doméstica (*Columba livia*), papamoscas cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*), pato de collar (*Anas platyrhynchos*), pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*), rascador viejita (*Melospiza fusca*), saltapared cola larga (*Thryomanes bewickii*), tirano chibí (*Tyrannus vociferans*) y zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*).

itinerarios de observación de aves que hemos completado dentro de CU en la primera mitad de 2018: la matraca del Balsas, la paloma alas blancas, el papamoscas cardenalito, el pinzón mexicano y el zanate mayor. Además, la paloma doméstica, el rascador viejita y el tirano chibí han aparecido en casi todos los itinerarios; mientras que hemos registrado al gorrión doméstico y al saltapared cola larga con una frecuencia solo ligeramente menor. Por lo tanto, si cualquier integrante de la comunidad universitaria de la BUAP, o cualquier visitante de nuestro campus central, realizasen un itinerario de observación de aves dentro de CU y localizasen una especie con hábitos terrestres, es muy probable que se tratase de alguna de estas diez. Además, todas ellas son de carácter residente, por lo que podemos observarlas en CU a lo largo de todo el año.

El gorrión doméstico (Figura 1) es un pájaro pequeño (de unos 15-16 cm de longitud). Muestra una apariencia distinta según el sexo (los científicos



Figura 1. Gorrión doméstico.

dicen que es una especie con “dimorfismo sexual”): en el macho, la cabeza es de color gris; la garganta y el pecho, negros, y el vientre y los flancos, grises; el resto del plumaje es de color café-avellana, y el pico, casi negro; en las hembras y en los jóvenes, el plumaje es todavía más apagado, de un color general café opaco, con las partes ventrales blanco-sucio. Al igual que la paloma doméstica (véase más adelante), es un ave originaria de Europa, que fue introducida en América en el siglo XIX. Habita generalmente en áreas perturbadas por las actividades humanas, y anida en cavidades que encuentra en postes y edificios. Suele observarse en grupos, pues es una especie gregaria. Se alimenta principalmente de semillas e insectos. Varios autores han señalado que este pájaro se comporta como una especie invasora, que puede afectar de modo negativo a las comunidades de aves nativas de México. Sin embargo, algunas investigaciones al respecto invitan a actuar con cautela y a incrementar nuestro conocimiento antes de aplicar ninguna medida que pretenda “controlar” los tamaños de población de este gorrión en México (González Oreja y cols., 2018).

La matraca del Balsas (Figura 2) es un pájaro mediano (de unos 17 cm de longitud). Su plumaje es de color café en el dorso y más claro (casi blanco) en el vientre, con manchas oscuras. Se trata de una especie que solo se distribuye de modo natural en México (los científicos dicen que es “endémica” de Guerrero, Oaxaca y Puebla). Suele



Figura 2. Matraca del Balsas.



Figura 3. Paloma alas blancas.

anidar en cactáceas o palmeras. Se alimenta de insectos, arañas y otros invertebrados, que captura activamente entre el follaje.

La paloma alas blancas (Figura 3) es un ave de tamaño mediano (de unos 30 cm de longitud) y perfil esbelto. En vuelo, es fácil observar una franja larga y estrecha de color blanco a lo largo del ala, lo que le da su nombre. Su cola es redondeada, con una barra terminal blanca. Es una especie que podemos observar en solitario, en parejas, o quizás en pequeños grupos, de menos de diez individuos. Se alimenta generalmente en el suelo, de semillas, pequeños frutos e invertebrados.

La paloma doméstica (Figura 4) es una paloma grande (de unos 35 cm de longitud) y robusta. De color generalmente gris claro, aunque puede presentar diferentes patrones en su plumaje. Es originaria de Europa y ha sido introducida a prácticamente todo

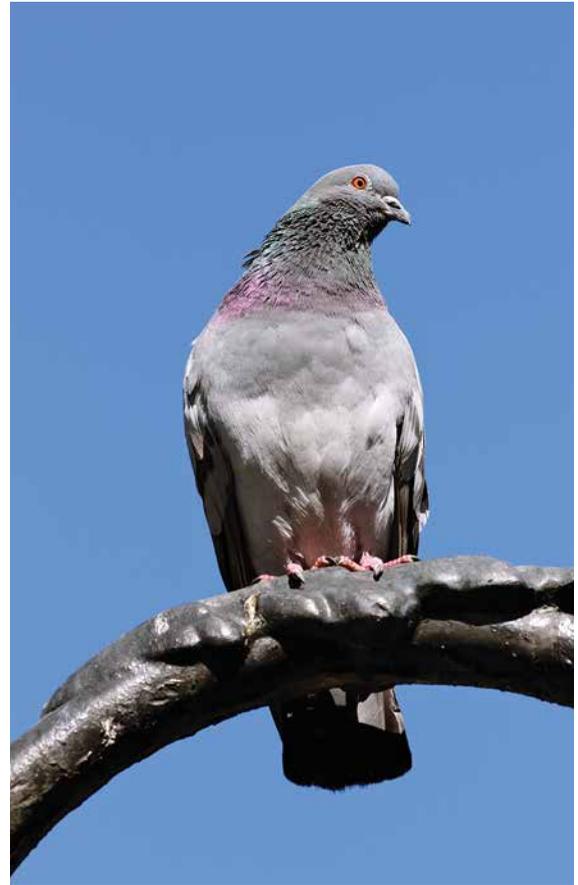


Figura 4. Paloma doméstica.

el mundo. Habita en áreas urbanas, suburbanas y rurales. Se trata de una especie gregaria, excelente voladora, que anida en edificios. Se alimenta en el suelo de semillas, insectos y otros recursos, incluyendo algunos de nuestros desperdicios.

El papamoscas cardenalito (Figura 5) es un pájaro pequeño (de unos 15 cm de longitud), también con “dimorfismo sexual”: el plumaje del macho resulta muy colorido, rojo en las partes ventrales y café muy oscuro en las dorsales, con un vistoso antifaz en la cara, mientras que el de la hembra es más apagado, de color pardo-grisáceo. Podemos observarlo en solitario, o en parejas. Es un cazador activo que se alimenta de insectos y otros invertebrados voladores que generalmente atrapa en el aire.

El pinzón mexicano (Figura 6) es un pájaro pequeño (unos 13-15 cm de longitud), que también presenta “dimorfismo sexual”: el macho tiene un parche rojo encendido en la frente, la garganta y el pecho, y es más vistoso que la hembra, de color

café con estrías en el cuerpo. Habita en áreas tanto rurales como urbanas. Se trata de un ave que podemos observar sola o en pequeños grupos. Se alimenta de semillas, pequeños frutos o invertebrados, que encuentra en el suelo o entre el follaje.

El rascador viejita (Figura 7) es un gorrión de tamaño mediano (unos 23 cm de longitud) y rechoncho. Su plumaje, muy parecido en los dos sexos, es de color pardo grisáceo, con la corona ligeramente más rojiza. Habita en áreas tanto rurales como urbanas. Suele verse solo, en parejas o a veces en pequeños grupos. Se alimenta en el suelo, o entre el follaje, de semillas, pequeños frutos e invertebrados.

El saltapared cola larga (Figura 8) es un pájaro pequeño (unos 13 cm de longitud), fácil de identificar por su plumaje de color café-grisáceo en el dorso, más claro en el vientre; por su cola larga y oscura y por su pico curvo. No muestra “dimorfismo sexual”. Habita en áreas cubiertas por arbustos, matorrales o sotobosque. Anida en pequeñas cavidades, tanto naturales (en terraplenes o rocas) como artificiales (en postes y edificios). Se le ve solo o en parejas, principalmente entre la vegetación baja. Se alimenta de invertebrados e insectos.

El tirano chibí (Figura 9) es un pájaro mediano (unos 20-23 cm de longitud), con un plumaje muy similar en ambos sexos: de color verde-grisáceo en el dorso, con el pecho gris y el vientre amarillo; la garganta es casi blanca, bajo el pico. Resulta común en áreas con árboles dispersos, donde suele posarse en las partes altas y despejadas. Desde allí puede capturar insectos e invertebrados voladores, que atrapa al vuelo, regresando adonde estaba posado.

Finalmente, el zanate mayor (Figura 10) es un ave grande (unos 40 cm de longitud), inconfundible, con un plumaje negro iridiscente en el macho (de cola en forma de cuña), y café oscuro en la hembra. Es fácil observarlo tanto en solitario, como en parejas y también en grupos, pues es de carácter gregario. Además, es muy vocinglero y puede resultar molesto, en especial en los dormitorios donde se congrega al anochecer. Habita en áreas tanto rurales como urbanas. Su alimentación es omnívora, y puede alimentarse de lo que le resulte más abundante.



Figura 5. Papamoscas cardenalito.



Figura 6. Pinzón mexicano.



Figura 7. Rascador viejita.

LAS AVES ACUÁTICAS MÁS COMUNES EN CIUDAD UNIVERSITARIA

Por su parte, el conjunto de aves comunes en Ciudad Universitaria que completan al menos alguna fase de su ciclo biológico en hábitats acuáticos es



Figura 8. Saltapared cola larga.



Figura 9. Tirano chibiú.



Figura 10. Zanate mayor.

más reducido, y ninguna especie ha aparecido en todos nuestros itinerarios. Según nuestros datos, las tres especies acuáticas más frecuentes son la garza blanca, la garza dedos dorados y el pato de collar.

La garza blanca (Figura 11) es un ave grande (con una longitud de unos 90-100 cm, y una envergadura

de unos 130 cm), espectacular y esbelta, de un vistoso plumaje blanco en ambos sexos (es decir, sin “dimorfismo sexual”). Sus patas son negras, y su pico, amarillo. Su abundancia dentro de CU cambia a lo largo del año y podemos observarla, generalmente en solitario, tanto en el Lago de Arquitectura como en la Laguna del Jardín Botánico Universitario. Se alimenta de animales acuáticos, como invertebrados, peces, anfibios o algunos reptiles.

La garza dedos dorados (Figura 12) recuerda a la garza blanca, pero es de menor tamaño (con una longitud de unos 50-60 cm, y una envergadura de unos 105 cm). También tiene un vistoso plumaje blanco, con patas oscuras, pero su pico es de color negro, y sus dedos, amarillos. Su abundancia también cambia a lo largo del año, y podemos registrarla (generalmente en solitario) en los cuerpos de agua ya mencionados. Al atardecer, podemos observar grupos de esta especie, algunos de ellos con cerca del medio centenar de individuos, volando sobre Ciudad Universitaria. Se alimenta de invertebrados, peces, anfibios o reptiles.

Finalmente, el pato de collar (Figura 13) es un pato relativamente grande (con una longitud de unos 60 cm), de color café oscuro, con un parche (“espejuelo”) de color azul en las alas. Aunque ambos sexos son muy similares, el pico del macho luce generalmente de color verde amarillento, mientras que el de la hembra suele verse amarillo-anaranjado. Es una especie gregaria, que se reproduce en los cuerpos de agua de CU, donde hemos observado familias con hasta ocho pequeños patos en primavera y verano. Se alimenta de semillas e invertebrados (Nota: muchos autores, por ejemplo, Clements y cols., 2018) consideran que en los cuerpos de agua del altiplano de México habita una especie distinta al pato de collar, y admiten la validez del así llamado pato mexicano, o triguero [*Anas diazi*]. Nótese que *A. diazi* es una especie “endémica” de México, y que la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat-2010 considera a estas poblaciones como “Amenazadas”. Así pues, los cuerpos de agua de Ciudad Universitaria contribuyen también a la

conservación de estas poblaciones, endémicas y amenazadas).

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Maricela Rodríguez Acosta, directora del Jardín Botánico Universitario de la BUAP. Este trabajo no habría sido posible sin la ayuda de la Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado de la Facultad de Ciencias Biológicas de la BUAP; de la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado de la BUAP (Proyectos 00625/2017 y 00418/2018); y, sobre todo, del Programa para el Desarrollo Profesional Docente para el Tipo Superior (SEP-PRO-DEP; Proyecto BUAP-PTC-522).

R E F E R E N C I A S

Berlanga H, Gómez de Silva H, Vargas Canales VM, Rodríguez Contreras V, Sánchez González LA, Ortega Álvarez R, Calderón Parra R (2017). *Aves de México: Lista Actualizada de Especies y Nombres Comunes. Actualización AOS*. México DF: CONABIO.

Clements JF, Schulenberg TS, Iliff MJ, Roberson D, Fredericks TA, Sullivan BL, Wood CL (2018). *The eBird/Clements checklist of birds of the world: v2018*. Recuperado de: <http://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/>.

Del Olmo G (2012). *Aves Comunes de la Ciudad de México*. Ciudad de México: Bruja de Monte.

González Oreja JA (En prensa). *Las Aves de la BUAP. Una Invitación*.

González Oreja JA, Zuria I, Carbó Ramírez P, Charre GM (2018). Using variation partitioning techniques to quantify the effects of invasive alien species on native urban bird assemblages. *Biological Invasions* 20:2861-2874.

INEGI (2016). *Conociendo México*. 6a Ed. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Lewis SL, Maslin MA (2015). Defining the Anthropocene. *Nature* 512:171-180.

MacGregor Fors I, Escobar Ibáñez JF (Eds.) (2017). *Avian Ecology in Latin American Cityscapes*. New York: Springer.

Marzluff JM, E Schulenberger, W Endlicher, M Alberti, G Bradley, C Ryan, C ZumBrunnen, U Simon (Eds.) (2008). *Urban Ecology. An International Perspective on the Interaction Between Humans and Nature*. New York: Springer.

Mendoza Cuamatzi R, Rose Burney J, Jiménez Moreno FJ, Escobar Pérez V (2012). *Las Aves del Municipio de Puebla*. Puebla: Peace Corps, USA; CONABIO; H. Ayuntamiento Puebla y SEMARNAT.

Miller GT, Spoolman SE (2015). *Environmental Science*. 15th Ed. Boston: Cengage Learning.



Figura 11. Garza blanca.



Figura 12. Garza dedos dorados.

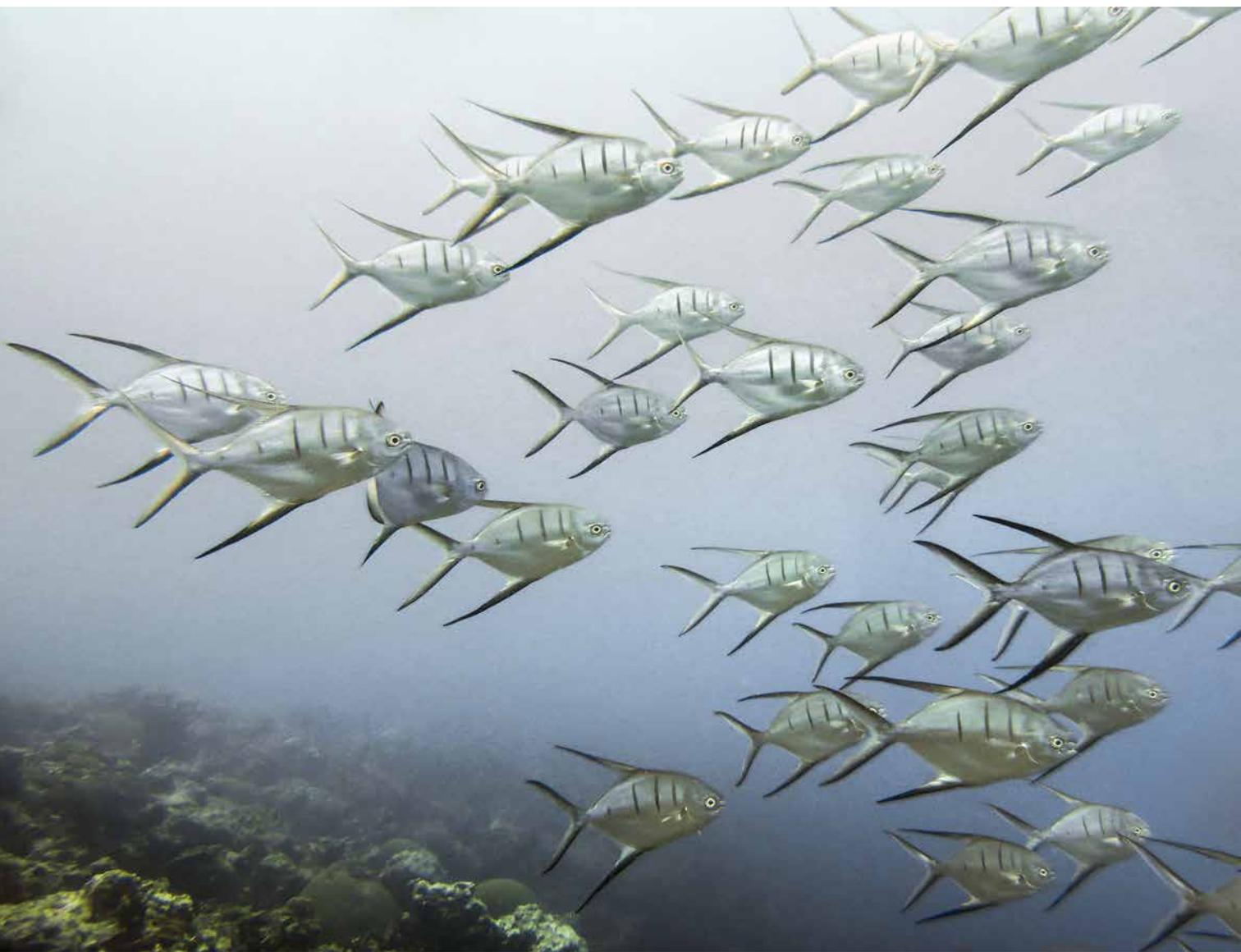


Figura 13. Pato de collar.

SEO/BirdLife (2006). *Aves Comunes en los Espacios Verdes de la Ciudad de Madrid*. Madrid: SEO/BirdLife.

José Antonio González Oreja
Facultad de Ciencias Biológicas, BUAP
jgonzorj@hotmail.com

Francisco Javier Jiménez Moreno
Juan Héctor García Chávez



© Itziar Aretxaga. Palometa (*Trachinotus goodei*). Sistema Arrecifal Veracruzano.

La participación del Estado en el nuevo tratado de comercio TLCAN

María de Lourdes **Ávalos Hernández**

LA GENERACIÓN DEL PROBLEMA

A raíz de la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) el 1 de enero de 1994, la política agraria en México inició un proceso de desregulación estatal, caracterizado por la apertura de capital extranjero a la producción de alimentos, la desgravación arancelaria a la importación de granos básicos, la redefinición de esquemas de apoyo y subsidios al campo, y la desestructuración del sistema de comercialización de los productos básicos que operaba a través de la Compañía Nacional de Subsistencia Popular (CONASUPO).

Así, el Estado disminuyó su papel en el circuito de producción, comercialización, transporte, venta de productos alimentarios y puso en marcha el Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO); un esquema de apoyo directo al ingreso del productor en sustitución de los subsidios vía precios de garantía y de insumos.

El capital extranjero y los grandes capitales nacionales ganaron también mayor participación en la explotación de la tierra y de la mano de obra campesina (Rosset y Martínez-Torres, 2012). Al mismo tiempo, el mercado nacional se abrió a los productos alimentarios de Estados Unidos y se redujeron las cargas impositivas al capital extranjero, lo que propició el abandono del campo por parte de los pequeños agricultores (Herrera



© Itziar Aretxaga. Manta gigante (*Mobula birostris*). Archipiélago de Revillagigedo, Colima.

de la Fuente, 2018). En ese contexto se observó baja productividad, incluso de los productos de primera necesidad, la importación de maíz, trigo, soya y frijol, la monopolización agrícola por parte de grandes empresas agroindustriales de capital extranjero y una sobreexplotación de la mano de obra campesina (Allen, 2008).

Otras consecuencias fueron también la desposesión de tierras por varias vías, tanto legales como ilegales, así como una creciente migración del campo a la ciudad y/o a otros países, básicamente a Estados Unidos. La precarización del campo mexicano en este sentido encuentra muchas de sus causas en el modelo económico que el gobierno mexicano adoptó en los años ochenta del siglo pasado y se confirmó con el TLCAN. Asimismo, las grandes empresas agroindustriales de capital internacional adquirieron mayor control tanto en los procesos productivos como en la política gubernamental, lo que se tradujo en la llamada pérdida de soberanía y seguridad política y alimentaria del país (Almeida y Vera, 2008).

La llegada al gobierno de Estados Unidos del republicano Donald Trump, en enero de 2017, implicó la revisión de dicho tratado, en virtud de que, según

lo expresado por el nuevo mandatario, resultó el peor de los acuerdos que haya suscrito el gobierno de Estados Unidos en su historia (Trujillo, 2018).

A un año de iniciadas las negociaciones, en agosto de 2018 se logró un Acuerdo Comercial Estados Unidos, México y Canadá (USMCA, por sus siglas en inglés), llamado por México T-MEC (Tratado México, Estados Unidos, Canadá). Aun cuando falta la aprobación de los respectivos congresos, algunos medios de comunicación sostienen que perpetuará el trato injusto e inequitativo que México ha tenido al amparo del TLCAN (De la Cruz, 2018).

Nuestro país ha convertido el comercio exterior en su mayor fuente de ingresos; aporta el 63 % del Producto Interno Bruto (PIB). El entonces presidente de México, Enrique Peña Nieto, insistió que con el nuevo acuerdo se detonará un mayor crecimiento para nuestro país, haciéndolo más competitivo (Heraldo de México, 2/Oct/2018). Sin embargo, las tasas de crecimiento económico *per cápita* no han crecido como se auguraba con la firma del TLCAN original y los salarios mexicanos son de los más bajos del mundo (Arroche, 2018).

Bajo el supuesto de que el USMCA o T-MEC modificara los contenidos del apartado agrícola en materia de exportación por temporalidad, los productores nacionales e internacionales se enfrentarían a la problemática de encontrar, casi de manera inmediata, mercados lo suficientemente sólidos y de amplia liquidez para colocar sus productos, derivados de un costoso proceso de producción-comercialización, que un mercado deprimido como el mexicano no podría absorber.

Tal como sucedió con el TLCAN, se sospecha que México tendrá las peores condiciones comerciales en el marco del nuevo acuerdo internacional, por ello se ha enfatizado uno de los objetivos del presidente Andrés Manuel López Obrador a fin de incentivar la producción agrícola nacional y lograr la autosuficiencia alimentaria. Para su logro, el gobierno mexicano que inició funciones en diciembre de 2018 pretende fortalecer el mercado interno. De esta manera se podría absorber la producción agrícola nacional y alentar una mayor actividad productiva del campesinado mexicano.

Algunas acciones como asignar gasto público y privado a proyectos de infraestructura y proyectos productivos, incrementar los apoyos a la producción nacional y reactivar el campo mexicano ayudarían a concretar el objetivo (Guerra, 2016; López-Obrador, 2018). Además, resulta urgente la necesidad de que exista un efectivo acceso a la información y que esta sea transparente, así como la formulación de un acuerdo entre los tres niveles de gobierno, los órganos autónomos y que se considere a la sociedad civil en la toma de decisiones (Guerra, 2016).

LA CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN COMO PROPUESTA

México tiene ya la experiencia de una mayor participación del Estado en la política agraria del país, que si bien resultó con escasos beneficios al final, se podría recuperar el espíritu de aquellas iniciativas que fortalecían el papel de los productores nacionales (Guillén, 2013). Una opinión personal al respecto es que el sistema alimentario mexicano puesto en marcha en los años 70 del siglo XX, fracasó más por la tergiversación de los recursos y la pésima gestión burocrática, que por los principios básicos de aquella iniciativa.

No se trata del regreso de la vieja política concentradora y autoritaria, sino avanzar en los preceptos de la gobernabilidad, en el sentido de hacer y permitir una participación efectiva de la sociedad en la toma de decisiones del Estado, a través de políticas públicas incluyentes con resultados palpables, así como una mayor eficiencia en la gestión administrativa (Insulza, 2014). Esta dinámica fortalecería algunas iniciativas que ya se han puesto en marcha desde las bases. Por ejemplo, los Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL) que a partir de sus postulados han dejado ver casos de éxito en pequeñas localidades, principalmente rurales.

Los Sistemas Agroalimentarios Localizados [...] tratan de la unión que existe entre los territorios y los alimentos. La concentración de empresas destinadas a la producción, la transformación, el turismo, la gastronomía, el crédito, la



© Itziar Aretxaga. Raya gavián (*Rhinoptera bonasus*). Sistema Arrecifal Veracruzano.

comercialización, la enseñanza, la investigación y la innovación tecnológica en torno a productos identificados con el territorio, son características que definen esos sistemas (Torres, Ramos, y Pensando, 2011, p. 9).

Para ampliar estas experiencias a un nivel macro será necesaria una mayor participación del Estado a fin de que ponga límites a las desventajas productivas con respecto de terceros países; desventajas incluso que impiden una ampliación de experiencias productivas progresistas o novedosas. Un ejemplo concreto son los subsidios que los gobiernos de Estados Unidos y de otros países europeos ofrecen a sus productores, mientras que el TLCAN prohíbe al Estado mexicano ofrecer dichos estímulos a los productores nacionales.

La necesaria intervención del Estado en la producción agrícola permitiría también la puesta en marcha de políticas y medidas recíprocas a las adoptadas por Estado Unidos, por ejemplo, el caso de las disfrazadas barreras arancelarias que impiden o limitan los montos de ingreso de la producción mexicana al mercado estadounidense, so pretexto de incumplimiento de medidas fitosanitarias.



© Itziar Aretxaga. Manta gigante (*Mobula birostris*). Archipiélago de Revillagigedo, Colima.

Adicionalmente, el gobierno debería tener mayor control y autonomía en la aplicación de políticas públicas que favorezcan la producción nacional sobre las importaciones, no en un sentido restrictivo de proteccionismo, sino de incentivos fiscales y financieros que incrementen la competitividad de los productores nacionales.

Un mayor fortalecimiento del Estado implicaría frenar las prácticas desleales y de súper explotación de las tierras y mano de obra campesina que ejercen las empresas transnacionales en territorio nacional. En este sentido tampoco se trata de satanizar al capital extranjero, sino solo de hacer cumplir la legislación nacional existente en la materia.

El fortalecimiento del Estado debería dejarse sentir en las instituciones financieras del país, obligando a la banca comercial a proponer esquemas de financiamiento adecuado a las posibilidades del productor para desarrollar sus proyectos productivos. A la vez, se debería impulsar la banca de desarrollo como una institución fundamental para la promoción de la producción.

Identificar que la banca de desarrollo en México no ha cumplido a cabalidad con dicha función es un primer paso para establecer que los cambios legales, financieros y administrativos por realizar son profundos, y que además requieren de ser

integrales y estar relacionados con una política económica que tenga una visión de mediano y largo plazo (De la Cruz y Veintimilla, 2013, p. 1).

Una vez desarrollada una política económica de apoyo fiscal, financiero y jurídico al productor nacional, sería necesario reactivar e incrementar los recursos destinados tanto a la importación como a la generación de tecnología aplicada a los sistemas productivos primarios, tal como señalan los SIAL (Torres y cols., 2011).

La escasez de recursos financieros a la innovación tecnológica ha mantenido al país en una dependencia crónica de los grandes centros de poder y lo ha colocado en una situación de desventaja frente a los niveles productivos de aquellos países, en promedio el mundo invirtió en ciencia y tecnología casi el 2.2 % del Producto Interno Bruto (PIB) en 2015, México invirtió en esa rama solo el 0.5 % (The World Bank Group, 2018).

Pero el mejoramiento de la tecnología en la producción agrícola no podría generar los beneficios esperados sin la adecuada capacitación de los campesinos. La modernidad implícita necesaria requiere de parte del Estado esfuerzos en otros sentidos también. La reeducación formal e informal de grandes masas de la población debería llevar a una cultura de la productividad en función de nuevas relaciones sociales de producción, donde la mejora continua de lo producido y de las formas de producción, constituyeran parte de una política estatal integral.

Existe la necesidad de restablecer los canales de comunicación, de cooperación, de consenso, confianza y legitimidad entre la sociedad y el Estado; un esquema en el que el mercado debería ajustarse a esa nueva realidad y dejar de ser el eje rector del crecimiento económico.

En un nuevo esquema de rectoría e intervención del Estado se trataría de recuperar espacios en los esquemas de comercialización. Si bien hasta ahora la modalidad empresarial sobre la distribución y comercialización de alimentos ha resultado más eficiente en la movilización masiva de productos alimentarios que demandan las ciudades

contemporáneas, lo cierto es que su éxito obedece a la concesión de los sistemas de transporte nacionales e internacionales, a la disminución de las barreras al comercio y a la laxitud en la aplicación de regulaciones administrativas, condiciones que debiera modificar el Estado (Gasca y Torres, 2014).

El predominio del sistema moderno de distribución de alimentos se define ahora como una estructura multiescalar de establecimientos y corporativa de firmas. [...]. Este tipo de establecimientos se perfilan como agentes hegemónicos del abasto de alimentos debido a su capacidad de penetración en amplios estratos de consumidores, la posibilidad de ejercer controles sobre distintos segmentos de la producción primaria y agroindustrial, así como la capacidad para operar bajo economías de escala que se reflejan en una mayor competitividad, niveles de crecimiento dinámico y una amplia difusión territorial (Gasca y Torres, 2014, pp. 135-136).

Pero no solamente se trata de la concentración de los centros de acopio y distribución de los alimentos y otros tantos productos, sino del control de precios y de medios de transporte. Además del incumplimiento de diversas regulaciones por parte de las grandes empresas, empezando por la evasión fiscal que tanto daña las arcas del Estado.

A MANERA DE CONCLUSIÓN

Lo que se trata como propuesta es destacar la necesidad de prever las consecuencias que tendría la modificación de las relaciones comerciales en el terreno agrícola entre el gobierno de México y los Estados Unidos y Canadá, a partir de la revisión del TLCAN y de la propuesta realizada a través del USMCA o T-MEC.

Se ha señalado la importancia de establecer políticas públicas fiscales, financieras, legales y tecnológicas que desde un ejercicio autónomo potencie a los productores pequeños y regule, al mismo tiempo, a los medianos y grandes agroindustriales, sobre todo a las empresas transnacionales. Una



© Itziar Aretxaga. Manta gigante (*Mobula birostris*). Archipiélago de Revillagigedo, Colima.

propuesta clave y concreta para el logro de lo expuesto, atraviesa por recuperar las bases y postulados de los SIAL.

Lo anterior desde luego no es un cuestión fácil, se trata de una refuncionalización del circuito económico-productivo del campo mexicano, lo cual no solo enfrentará al gobierno con las grandes corporaciones transnacionales y sus gobiernos, sino que provocará reacciones de rechazo por parte de los grandes capitales nacionales que han encontrado en el cobijo del TLCAN canales para ampliar sus ganancias y que cualquier modificación a los esquemas actuales les podría generar la reducción de las mismas.

El panorama se complica cuando resulta al mismo tiempo necesaria la reeducación de la población nacional; abatir los valores de egoísmo y oportunismo multiplicados a raíz de la política neoliberal puesta en marcha en México, representa una tarea titánica para un país sumergido en esas dinámicas desde hace más de 30 años.

R E F E R E N C I A S

- Allen P (2008). Mining for justice in the food system: perceptions, practices and possibilities. *Agric Hum Values* 25:157-161.
- Almeida N y Vera S (2008). Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria. *Sober* 1-18.



© Itziar Aretxaga. Manta gigante (*Mobula birostris*). Archipiélago de Revillagigedo, Colima.

Arroche F (2018, octubre 3). El nuevo TLCAN: el punto de vista mexicano. *Agencia Latinoamericana de Información*. Recuperado de: <https://www.alainet.org/es/articulo/195692>.

De la Cruz J (2018, octubre 15). ¿Y el libre comercio en América del Norte? *El Sol de México*. Recuperado de: <https://www.elsolde-mexico.com.mx/analisis/y-el-libre-comercio-en-america-del-norte-2124064.html>.

De la Cruz J y Veintimilla D (2013). Banca de desarrollo y crecimiento económico en México, la necesidad de una nueva estrategia. *Análisis* (5):24.

Gasca J y Torres F (2014). El control corporativo de la distribución de alimentos en México. *Revista Problemas Del Desarrollo* 176(45):133-155.

Guerra Ó (2016, noviembre 15). Fortalecer el mercado interno para minimizar el efecto Trump. *El Financiero*. Recuperado de: <http://www.elfinanciero.com.mx/opinion/fortalecer-el-mercado-interno-para-minimizar-el-efecto-trump.html>.

Guillén H (2013). México: de la sustitución de importaciones al nuevo modelo económico. *Comercio Exterior* 63(4):34-60.

Heraldo de México (2018, octubre 2). Nuevo acuerdo comercial hará a México más competitivo: EPN. *El Heraldo de México*. Recuperado de:

<https://heraldodemexico.com.mx/pais/nuevo-acuerdo-comercial-hara-a-mexico-mas-competitivo-epn/>.

Insulza J (2014). *Gobernabilidad democrática*. Washington: OEA: 2005-2015.

López-Obrador Á (2018). *México será ejemplo mundial, asegura AMLO*. Recuperado de: <https://lopezobrador.org.mx/temas/mercado-interno/>.

RossetPyMartínez-TorresM(2012). Rural Social Movements and Agroecology : Context, Theory and Process. *Ecology and Society* 17(3).

TheWorldBankGroup(2018). *Research and development expenditure (% of GDP)*. Recuperado de: <https://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>.

Torres G, Ramos H y Pensando M (2011). *Los sistemas agroalimentarios localizados en México. Desafíos para el desarrollo rural y la seguridad alimentaria* (Primera). Ciudad de México: UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades.

Trujillo J (2018, octubre). Del TLCAN al T-MEC. Noroeste.

Ávalos Hernández María de Lourdes
Centro Interdisciplinario de Investigación
para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR)
Unidad Michoacán
Instituto Politécnico Nacional (IPN)
lourdes.avalos.h@gmail.com

Ciencia a TIEMPO

DESARROLLA BUAP COLECCIÓN DE CULTIVOS LÁCTICOS PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

En México, la comercialización de microorganismos o bacterias benéficas es un campo que aún no está explotado del todo. En este contexto, el Laboratorio de Biotecnología de los Alimentos del Centro Universitario de Vinculación y Transferencia de Tecnología (CUVVyT) de la BUAP desarrolla una colección de cepas puras de bacterias ácido lácticas destinadas a la producción de alimentos como quesos, yogurt, chorizos, bebidas probióticas y vino.

Apoyados en el quehacer científico, este laboratorio realiza la caracterización fenotípica y genotípica de sustratos inocuos. Actualmente cuenta con una colección de al menos 135 cepas puras de bacterias ácido lácticas como *Lactobacillus reuteri* y *Lactobacillus fermentum*, aunque también hay de los géneros *Bifidobacterium* *Lactococcus*, entre una gran variedad.

El doctor Gerardo Landeta Cortés, quien está al frente de este proyecto, detalló que el objetivo es ofrecer este servicio a la industria alimentaria y para eso su equipo trabaja en la identificación molecular de bacterias provenientes de productos artesanales como cremas, quesos frescos, aguamiel, pulque y otros alimentos inermes al ser humano.

EN LA BUAP SE DESARROLLAN ESTUDIOS SOBRE PSICOLOGÍA MATEMÁTICA

¿Cuáles son las diferencias entre el comportamiento individual y el de masas? ¿Cómo se contagia una actitud? ¿Cómo aprendemos un lenguaje o a realizar operaciones matemáticas? Estas son algunas de las preguntas en torno a las cuales realiza sus investigaciones el grupo “Procesos cognitivos y psicología matemática”, de la Facultad de Psicología de la BUAP, liderado por el doctor Alfonso Díaz Furlong e integrado por más de 15 estudiantes y dos docentes, quienes aplican por igual la psicología, la estadística, la ciencia de datos y la inteligencia artificial, entre otras disciplinas.

Díaz Furlong, doctor en Física por la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, nivel 1 del SNI, fundó en 2015 el equipo que el año pasado reunió a tres investigadoras ganadoras de la beca L'Oreal-UNESCO, en el taller "Métodos estadísticos y de investigación en ciencias cognitivas". Así, en un mundo donde las redes sociales y el *big data* juegan un papel determinante en la vida de las personas, la manera como se investiga en psicología se ha adaptado al nuevo panorama. Los miembros del grupo se han formado con herramientas como Python, Máxima y Geogebra para indagar en campos como la economía conductual, la minería de textos y el análisis del discurso.

Una de sus investigaciones en curso consiste en la aplicación del análisis de redes en test psicológicos. A través de la creación de una matriz con vértices y nodos –como lo harían al analizar datos de Facebook, por ejemplo–, buscan identificar si ciertos reactivos de depresión están relacionados con factores de estrés y ansiedad y así determinar su interrelación.

ORIENTA LA BUAP EN MANEJO DE BIOSÓLIDOS PARA INCREMENTAR PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN 80 %

Con la finalidad de brindar a los productores agrícolas opciones eficaces y económicas que les permitan incrementar los rendimientos en sus parcelas nace el proyecto "Restauración de suelos degradados mediante la utilización de biosólidos", que encabeza el doctor José Víctor Tamaríz Flores, junto con un grupo de investigadores de la BUAP.

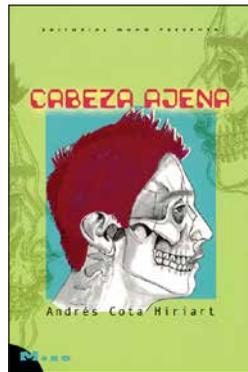
A través del Laboratorio de Química y Contaminación de Agua, Suelos y Plantas, del Departamento de Investigación y Ciencias Agrícolas del Instituto de Ciencias, se analizaron las condiciones de los suelos en San Francisco Totimehuacán, San Andrés Azumiatla, Santa Clara Ocoyuca y Guadalupe Tecola, pero sobre todo se evaluó la calidad de los biosólidos conforme a la NOM-004-SEMARNAT-2002, para verificar sus concentraciones de nutrientes y también de metales para garantizar su uso óptimo en los cultivos.

Con este proyecto, financiado por el Fondo Mixto del Gobierno Estatal y por el Conacyt, se lograron beneficiar a 400 productores de maíz de temporal, gracias a la aplicación de estos biosólidos o lodos, los cuales en lugar de ser arrojados a cielo abierto fueron utilizados para la remediación de los suelos erosionados.

La aplicación de este biosólido también permitió un aumento del 80 % en el rendimiento de la cosecha de maíz. De producir unos 600 kilos por hectárea, la producción se incrementó hasta en mil 600 kilos por hectárea, lo que se traduce en un impacto real en beneficio de los campesinos.

Ciencia a Tiempo es el canal de divulgación de la investigación en ciencia y tecnología de la BUAP. Elizabeth López Juárez, Yassin Radilla Barreto y José Enrique Tlachi Rodríguez, reporteros. Beatriz Guillén Ramos, responsable de Información y Prensa de la Dirección de Comunicación Institucional de la BUAP.

Libros

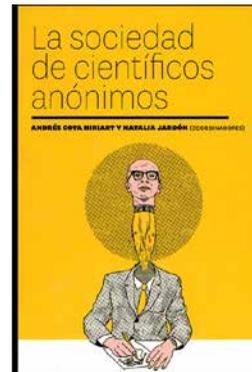


CABEZA AJENA

ANDRÉS COTA HIRIART

Editorial Moho

México, 2017



LA SOCIEDAD DE CIENTÍFICOS ANÓNIMOS

ANDRÉS COTA HIRIART Y NATALIA JARDÓN

(COORDINADORES)

Montzalez Editores-Festina Publicaciones/Secretaría de Cultura

México, 2018

Un grupo de amigos experimenta consumiendo diversas sustancias a lo largo de un recorrido en el que la curiosidad y el conocimiento estrechan las relaciones y la amistad entre Camilo, Boris, Genaro y Valenzuelo. La aparición de una mujer pelirroja, la gentil paramédica, Nina, es también el detonante sexual y amoroso que llevará a Camilo hacia una profunda auscultación de sí mismo. Nina se unirá al grupo y su presencia será determinante en la visión que los amigos poseen de la experiencia física y psicológica en el espacio de las regiones alteradas. Un final inesperado e insólito hace, además, que la lectura de esta novela nos lleve a la reflexión científica y al enigma literario.

El trabajo de Cota Hiriart se impone como una novela de aventuras y a la vez un relato científico; también es la historia de una atracción inevitable y de un viaje íntimo y al mismo tiempo revelador. *Cabeza Ajena* es la prueba de que, como pensaba George Steiner, los seres humanos se relacionan y se definen en su afán inevitable de saber o conocer a toda costa.

La ciencia no es dominio exclusivo de los científicos, es un proceso activo donde todos los humanos participamos. No debe de concebirse como una entidad aislada, es un proceso dinámico de producción, interacción e hibridación de muchas de nuestras actividades cotidianas y del entorno que nos rodea. Este libro incluye once ensayos que dan cuenta, desde muy diversas trincheras –filosofía, literatura, biología, astrofísica, antropología–, de las maravillas científicas que ocurren a diario y del trabajo de aquellos que están interesados en la divulgación del saber científico.



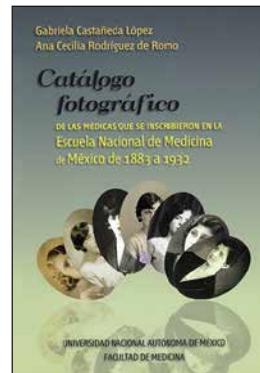
¿ERES EXITOSO?

LA HISTORIA Y LOS CIENTÍFICOS RESPONDEN

ANA CECILIA RODRÍGUEZ DE ROMO

Universidad Nacional Autónoma de México

México, 2017



CATÁLOGO FOTOGRÁFICO

DE LAS MÉDICAS QUE SE INSCRIBIERON
EN LA ESCUELA NACIONAL DE MEDICINA
DE MÉXICO DE 1883 A 1932

GABRIELA CASTAÑEDA LÓPEZ Y

ANA CECILIA RODRÍGUEZ DE ROMO

Universidad Nacional Autónoma de México

México, 2015

Todos queremos ser exitosos y todos queremos ser felices; el problema está en lo que entendemos por éxito y por felicidad. De manera amena y basada en casos reales de la historia de la medicina, la autora busca entender el éxito y por tanto una expresión de la felicidad. Obtener el Premio Nobel, tener poder intelectual y conquistar donativos jugosos para hacer su investigación, puede significar el éxito para algunos científicos, pero otros se sienten exitosos con el solo hecho de arrancar en silencio sus secretos a la naturaleza y equilibrar su vida personal con la profesional. Pero... los científicos son seres humanos, así que, en el fondo, el resto de los mortales podemos compartir con ellos lo que entienden por éxito, el esfuerzo para lograrlo o los traspies para perderlo. Además de provocar la reflexión, *¿Eres exitoso? La historia y los científicos responden*, devela cuatro hazañas de la empresa científica que vale la pena conocer.

Las autoras se interesan por la historia contemporánea de la medicina y sus principales áreas de investigación son la fisiología mexicana, aspectos históricos de las neurociencias y las biografías de médicos. La doctora Gabriela Castañeda López es investigadora en el Laboratorio de Historia de la Medicina del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, en tanto que Ana Cecilia Rodríguez de Romo, doctorado en Filosofía e Historia de la Ciencia en La Sorbona, es investigadora en la Facultad de Medicina de la UNAM y jefa del propio Laboratorio de Historia de la Medicina. La atención de ambas está centrada en el estudio del descubrimiento científico y la historia médica mexicana a partir del último tercio del siglo XIX, temas sobre los que han publicado libros y artículos.





SECRETARÍA DE
CULTURA Y TURISMO
PUEBLA



FILARMÓNICA 5 DE MAYO

DIRECTOR: FERNANDO LOZANO

TEMPORADAS DE CONCIERTOS
ÓPERA, ZARZUELA, BALLETS, CONCIERTOS
DIDÁCTICOS, GIRAS A MUNICIPIOS,
CONCIERTOS ESPECIALES

TRANSMISIÓN EN VIVO
DE CONCIERTOS POR
PUEBLA FM 105.9

AHORA LA **MÚSICA** TAMBIÉN SE **VE**:
TRANSMISIÓN DE CONCIERTOS
POR PUEBLA TV CANAL 26.1
LOS SÁBADOS Y DOMINGOS
A LAS 9:30 AM. Y 7:00 PM.

VER PROGRAMACIÓN EN
FACEBOOK: FILARMÓNICA 5 DE MAYO

