

NATURALEZA, CIENCIA Y SOCIEDAD:
40 años de pensamiento crítico interdisciplinario
en la Facultad de Ciencias, UNAM

Fabrizio Guerrero Mc Manus ◊ Octavio Valadez Blanco ◊ Eduardo Vizcaya Xilotl
(editores)

Alicia Villela González • Alma Piñeyro Nelson • Edgar J. González Liceaga •
Eduardo Vizcaya Xilotl • Fabrizio Guerrero Mc Manus • Francisco Javier Cepeda
Flores • Germinal Cocho Gil • Juan Manuel Rodríguez Caso • Julio Muñoz Rubio
• Lev Jardón Barbolla • Mariana Benítez Keinrad • Mauricio Betancourt de la
Parra • Yuriditzi Pascacio Montijo



CopIt-arXives
Publishing Open Access
with an Open Mind
2016

Este libro contiene material protegido por leyes de autor

Todos los derechos reservados © 2016

Publicado electrónicamente en México, por CopIt-arXives en coedición con la Facultad de Ciencias, UNAM.

Diseño de portada: Eduardo Vizcaya, a partir de una fotografía de la escultura “Prometeo Quetzalcoatl”, de Rodrigo Arenas Betancourt.

Naturaleza, Ciencia y Sociedad: 40 años de pensamiento crítico interdisciplinario en la Facultad de Ciencias, UNAM / editores Fabrizio Guerrero Mc Manus, Octavio Valadez Blanco, Eduardo Vizcaya Xilotl; [autores] Germinal Cocho ... [y doce más]. — México CDMX: CopIt-arXives y Facultad de Ciencias, UNAM, 2016
Incluye bibliografías e índice
ISBN: 978-1-938128-12-7 ebook

Derechos y permisos

Todo el contenido de este libro es propiedad intelectual de sus autores quienes, sin embargo, otorgan permiso al lector para copiar, distribuir e imprimir sus textos libremente, siempre y cuando se cumpla con lo siguiente: (i) el material no debe ser modificado ni alterado, (ii) la fuente debe ser citada siempre y los derechos intelectuales deben ser atribuidos a sus respectivos autores, (iii) estrictamente prohibido su uso con fines comerciales.

El contenido y puntos de vista planteados en cada capítulo es responsabilidad exclusiva de los autores y no corresponden necesariamente a los de los editores o a los de ninguna institución, incluidas CopIt-arXives o la UNAM.

Producido con software libre incluyendo \LaTeX . Indexado en el catálogo de publicaciones electrónicas de la UNAM y en Google Books.

Todas las figuras e imágenes son cortesía de www.wikimedia.org o bien de los autores, a menos que se señale lo contrario explícitamente.

Los editores agradecen el apoyo de DGAPA-UNAM a través del proyecto PAPIIT IN-105015

ISBN: 978-1-938128-12-7 ebook

<http://scifunam.fisica.unam.mx/mir/copit/>

Este libro ha pasado por revisión de pares

CopIt-arXives

Cd. de México - Cuernavaca - Madrid - Curitiba
Viçosa - Washington DC - London - Oxford

Con el apoyo de la
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Instituto de Física © Facultad de Ciencias

ÍNDICE

Introducción	VII
Orígenes del Programa de Ciencia y Sociedad	VIII
Naturaleza, Ciencia y Sociedad: Retos y horizontes	XI
Historia y Futuro del Programa de Ciencia y Sociedad	
HILOS DE CONTINUIDAD Y CAMBIO: NUEVOS PUENTES Y VIEJAS CARGAS	
<i>Germinal Cocho Gil / Eduardo Vizcaya Xilotl</i>	1
Permanencia cambiante	1
Cambio permanente	4
Bibliografía	12
Naturaleza Humana	
EUGENESIA Y CONTROL SOCIAL EN LOS ESTADOS UNIDOS (1900-1930)	
<i>Alicia Villela González</i>	15
Introducción	15
La propuesta de eugenesia de Francis Galton	16
Recepción del proyecto de eugenesia en los Estados Unidos	19
Bibliografía	24
INTELIGENCIA, NATURALEZA Y SOCIEDAD EN MÉXICO: DEL SALÓN DE CLASES A LA CÁMARA DE DIPUTADOS	
<i>Yuriditzi Pascacio Montijo</i>	25
1. Inteligencia	25
2. Contexto	26
3. Historia	27
4. Explicaciones	31
5. Espectro	36
6. Perspectivas	39
Bibliografía	40

Pensamiento Ambiental

EN TORNO AL ENTORNO: PENSAMIENTO AMBIENTAL Y LITERATURA	
<i>Mauricio Betancourt de la Parra</i>	43
El romanticismo	43
El trascendentalismo	48
La contribución al pensamiento ambiental de un suceso en apariencia desvinculado	53
La transición del pensamiento ambiental al ambientalismo	54
Bibliografía	58
MODELOS MATEMÁTICOS EN EL CONTEXTO DE LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES	
<i>Edgar J. González</i>	61
Problemas económicos	61
La biología de la conservación	62
Comprensión matemática	63
Modelos poblacionales	64
Complejidad	71
Aterrizando los modelos a la realidad	72
Concluyendo	73
Bibliografía	74
LA COMUNIDAD AGROECOLÓGICA COMO UNIDAD ECOLÓGICA, DE DOMESTICACIÓN Y DE CONSERVACIÓN	
<i>Lev Jardón / Mariana Benítez</i>	77
En torno a la relación entre la selección artificial y el origen comunitario de los agroecosistemas	79
Sobre el eco-evo-devo de la diversidad agroecológica	82
La milpa como modelo de unidad biocultural	84
Conservación autosostenida de la agrobiodiversidad vs. la homogeneización biocultural	85
Agradecimientos	86
Bibliografía	87
UN EJEMPLO DE CONTROVERSIA CIENTÍFICA: EL DEBATE EN TORNO A LA INTRODUCCIÓN DE MAÍZ GENÉTICAMENTE MODIFICADO EN MÉXICO	
<i>Alma Piñeyro Nelson</i>	91
El proceso de transgénesis	92
De la equivalencia de la técnica de transgénesis con otros métodos de mejoramiento agrícola	93
De la unidireccionalidad del flujo de la información genética y las propiedades genómicas en los eucariontes	94

De la predecibilidad/control del uso de OGMs una vez que éstos han sido liberados al ambiente	96
De la capacidad de la tecnociencia para proveer de soluciones a problemas sociales	99
Reflexiones finales	101
Agradecimientos	102
Bibliografía	103
DERECHOS Y NATURALEZAS: HACIA UNA POLÍTICA DEL CUIDADO	
<i>Fabrizio Guerrero Mc Manus</i>	105
1. Éticas ampliativas	106
Liberacionismo animal	108
Ambientalismo biocentrista	112
2. El lenguaje de los derechos	114
3. De la ética de la justicia a la ética del cuidado	119
4. Conclusiones	121
Bibliografía	122
 Ciencia, Tecnología y Sociedad	
CIENCIA, IDEOLOGÍA Y PROGRESO SOCIAL	
<i>Francisco Javier Cepeda Flores</i>	123
Introducción	123
Carácter destructivo del desarrollo de las fuerzas productivas	124
Ideología de la industrialización y del progreso	126
Ciencia e ideología	127
Algunos elementos ideológicos de los científicos en México	130
Rasgos característicos del sistema de ciencia y tecnología nacional	133
Algunos principios alternativos generales	134
Bibliografía mínima	138
 CIENCIA Y RELIGIÓN EN LA HISTORIA: EL COMPLICADO CASO DE LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN	
<i>Juan Manuel Rodríguez Caso</i>	141
Introducción	141
La época victoriana: entre la religión y la “sensación”	142
Creacionismo: cuando el fundamentalismo es la opción	146
¿Existe la posibilidad de una reconciliación entre la evolución y la creencia?	149
Conclusiones	151
Post scriptum	152
Bibliografía	153

EL FETICHISMO EN LA BIOLOGÍA REDUCCIONISTA CONTEMPORÁNEA: UNA CRÍTICA DESDE EL MARXISMO Y LA DIALÉCTICA	
<i>Julio Muñoz Rubio</i>	155
Marx y el fetichismo de la mercancía	155
Biología, ácidos nucleicos y la fetichización del mundo	158
Desafíos al dogma central de la biología molecular	164
Mercantilización de las moléculas y molecularización de las mercancías: La contemporánea visión burguesa de la biología	168
Bibliografía	170
Colaboradores: adscripción y semblanzas	171
Mariana Benítez Keinrad	171
Mauricio Betancourt de la Parra	171
Francisco Javier Cepeda Flores	171
Germinal Cocho Gil	172
Edgar J. González Liceaga	172
Fabrizzio Guerrero Mc Manus	172
Lev Jardón Barbolla	172
Julio Muñoz Rubio	173
Yuriditzi Pascacio Montijo	173
Alma Piñeyro Nelson	173
Juan Manuel Rodríguez Caso	173
Octavio Valadez Blanco	174
Ma. Alicia Villela González	174
Eduardo Vizcaya Xilotl	174

INTRODUCCIÓN

ESTE LIBRO CONMEMORA una tradición de pensamiento crítico interdisciplinario que cumple cuatro décadas de existencia en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Los textos aquí presentados exploran los nexos entre la naturaleza, la ciencia y la sociedad desde diversas perspectivas a través de propuestas interdisciplinarias y transdisciplinarias que entremezclan, por un lado, las herramientas de la filosofía, la literatura y la historia y, por otro, las estrategias de la modelización nacidas de la física de los sistemas complejos y las matemáticas no lineales para así abordar problemáticas sociales y económicas que surgen como resultado del desarrollo científico y tecnológico del mundo contemporáneo en el cual se sitúa México.

En este sentido, el presente volumen ofrece un compendio de trabajos que se posicionan críticamente ante los diversos saberes emanados de la ciencia moderna sin por ello caer en un tono pesimista, ni tampoco en un científicismo celebratorio. Ambos riesgos acechan permanentemente ya que siempre es posible pasar por alto los enormes retos que estos desarrollos científicos han generado, o bien, ignorar la riqueza teórica e instrumental que el avance del conocimiento ha propiciado.

Asimismo, los trabajos aquí reunidos se caracterizan por un compromiso humanista que es condición *sine qua non* de la inter y transdisciplina: en todos los casos observamos un diálogo que toma seriamente las posiciones emanadas tanto de las ciencias naturales y exactas como de las ciencias sociales y humanas. Gracias a ello es que el presente compendio ofrece un buen ejemplo de cómo el quehacer interdisciplinario de hoy en día puede lograr integrar herramientas y discursos diversos para atender preguntas profundas y, sin embargo, de importancia innegable como lo son los temas sobre la naturaleza humana, las crisis ambientales o la relación entre la sociedad y las experticias tecnocientíficas.

Este *ethos* crítico, interdisciplinario y humanista busca así servir de homenaje a uno de los legados más importantes que sin duda sigue estando presente en la Facultad de Ciencias: la férrea convicción de resistir la tentación de convertir a la investigación científica en una labor de élites que se lleva a cabo en una torre de marfil, desvinculada de los sufrimientos y contradicciones del mundo que la rodea.

ORÍGENES DEL PROGRAMA DE CIENCIA Y SOCIEDAD

El Programa de Ciencia y Sociedad (PCyS) de la Facultad de Ciencias, UNAM, nace formalmente en la década de los setenta compartiendo propósitos, preocupaciones y críticas con agrupaciones semejantes que también surgieron en esos años en varios países del llamado primer mundo (Estados Unidos, Francia, Italia, Alemania Occidental, Gran Bretaña, Japón, etc.), las cuales se caracterizaban por un cuestionamiento generalizado a la sociedad occidental y al estado autoritario: surgen movimientos contraculturales como el feminismo, el ambientalismo, el movimiento por los derechos civiles de minorías raciales, además de manifestaciones de protesta contra la guerra de Vietnam y las tecnologías nucleares usadas para la industria bélica y la generación de energía. Si bien estos movimientos tuvieron como epicentro la sociedad norteamericana de ese entonces, sus efectos se hicieron presentes a nivel mundial en muy diversos ámbitos, incluyendo desde luego el científico. Es en aquel ambiente donde los estudios sobre la ciencia y la tecnología contribuyeron a que éstas fueran comprendidas cada vez más como complejas construcciones sociales, permeables a las influencias políticas, económicas y culturales, cuestionando así la neutralidad valorativa, la excelencia racional y la soberanía epistemológica que usualmente se les había atribuido.

Con las peculiaridades inherentes, no es exagerado decir que el PCyS posee una importancia histórica comparable a la de movimientos que nacieron en esos años, como el del colectivo *Scientists and Engineers for Social and Political Action* (SESPA) en los Estados Unidos de América, al que suele referirse como *Science for the People*, nombre de su publicación bimensual. Por su composición y objetivos programáticos ambas agrupaciones dejaron para la posteridad una serie de huellas, tanto en el campo académico como en su carácter de movimiento social, cuyo estudio profundo es aún tarea pendiente.

El PCyS puede entenderse como una respuesta a las coyunturas que vivió nuestro país entre los años de 1968 y 1971, y que cimbraron la estructura social del país, transformando la labor universitaria y ciudadana de muchos estudiantes y profesores que a partir de entonces asumirían compromisos mayores por la transformación de nuestra sociedad.

Inicialmente un pequeño grupo de profesores, trabajadores y estudiantes de la Facultad de Ciencias se dieron a la tarea de promover discusiones, reflexiones e iniciativas coherentes con el ambiente de esa época. Comenzando al nivel de la propia facultad, organizaron un conjunto de seminarios, primero de carácter informal y después ya de carácter oficial, en los cuales se buscaba cuestionar el modelo científico que imperaba en ese momento. A raíz de lo anterior se llevaron a cabo conferencias con temáticas sobre las relaciones mutuas entre la ciencia, la técnica, la economía, la ideología y la educación, que fueron la base de los documentos siguientes: “La ciencia y la sociedad en la historia”, “Las ciencias y la lucha ideológica” y “La revolución científico-técnica (RCT) en el capitalismo”.

A partir de tales experiencias, las intenciones compartidas hallaron —en sus propias palabras— “un campo propicio para iniciar labores tanto docentes como

de investigación sobre las relaciones entre la ciencia y la sociedad”, lo que les llevó a crear formalmente en 1974 el Programa de Ciencia y Sociedad, y con el paso del tiempo se fue constituyendo en un referente importante, tanto por sus iniciativas como por su carácter cada vez más interdisciplinario.¹

En el mismo sentido, es imprescindible citar dos referencias que fundamentan lo anteriormente dicho, y cuya importancia histórica radica en el hecho de mostrar en gran medida el espíritu de trabajo, las articulaciones construidas, los actores involucrados y las temáticas abordadas por el PCyS:

El primer referente es el folleto titulado: “La transformación de la universidad mexicana y el caso de la Facultad de Ciencias, UNAM. Propositiones del Programa de Ciencia y Sociedad”, del año 1977, y que muestra la manera en que las ideas planteadas en la génesis del programa cristalizarían en un ente orgánico y con una perspectiva no limitada meramente al ámbito universitario, sino que se logra permean el sabor de los fenómenos contraculturales de la época, incluido el marxismo de Mao. Cabe señalar que dicho folleto lo reeditamos en 2009 y está a disposición libre de manera electrónica.²

El segundo referente lo constituyen las memorias del Simposio Internacional de Ciencia y Sociedad, organizado por el PCyS y que tuvo lugar en diciembre de 1979. Reunidas en forma de libro, bajo el título *Revalorización social de la ciencia*, dichas memorias muestran el tipo de trabajos que se presentaron, y que se convocaron en cinco grandes temas:

- i) La ciencia y la técnica desde la economía política y la organización del trabajo;
- ii) Correlaciones entre ciencia, ideología y estructura socioeconómica;
- iii) Concepción del mundo, proyecto social y posibles desarrollos de la actividad científica;
- iv) Análisis de experiencias alternativas en docencia e investigación; y
- v) Ciencia y tecnología en América Latina.

Constituye una muestra representativa de los participantes, provenientes de casi una decena de países (incluidos España, Francia, Italia y Argentina), así como de distintas universidades mexicanas, incluyendo, por supuesto, varias dependencias de la UNAM.

Es en *Revalorización social de la ciencia* donde se hace explícita la fecha de creación formal del Programa, así como los objetivos que se planteó inicialmente:

¹ Compendios de esas primeras reflexiones se encuentran en una serie de documentos de los que sólo disponemos de los títulos y que plantean la necesidad de su localización, estudio y digitalización: “La crisis universitaria: repercusiones y alternativas en la Facultad de Ciencias”, “Financiamiento de la educación superior”, “Sobre ideología y universidad capitalista”, “La universidad y el cambio social”, “Universidad y lucha de clases”, “El movimiento de reforma universitaria” y “Educación e ideología”.

² Está disponible en el sitio: <http://www.naturalezacienciaysociedad.org/>

- Criticar integralmente el sistema educativo producto del sistema capitalista.
- Estudiar y difundir los resultados de la historia social de la ciencia y la tecnología.
- Cuestionar la forma, los métodos y el contenido de la investigación imperante en nuestro país, consecuencia de las relaciones capitalistas de producción y del subdesarrollo y dependencia que esas mismas relaciones a nivel internacional han impuesto al país.
- Encontrar alternativas teóricas y prácticas para los incisos anteriores, bajo una perspectiva anticapitalista.

Partiendo de estas referencias se puede ver la necesidad de desentrañar una serie de aspectos que permitirían ponderar de manera integral la trascendencia del PCyS. Por ejemplo, la ubicación y el seguimiento capilar de los actores involucrados, las propuestas implementadas, los documentos elaborados, los vínculos con otras agrupaciones, etc., así como los obstáculos y tensiones a los que se enfrentó, tanto en los distintos campos de investigación como en la docencia y a nivel administrativo. Todo esto es importante porque tanto en las ciencias que eran objeto de discusión como en la sociedad de la cual emanaban dichas preocupaciones han ocurrido cambios radicales, y porque es indudable que las perspectivas teóricas críticas se han ido diversificando para darle primacía a temas que en ese entonces no eran tomados en serio o sólo se consideraban de manera marginal; un ejemplo por demás contundente es el auge de los temas de género y de diversidad sexual que a lo largo de los años se han ido haciendo presentes en las materias y seminarios herederos del Programa de Ciencia y Sociedad.

A nivel docente, el PCyS generó propuestas que con el paso del tiempo se transformarían en las asignaturas optativas de la Facultad de Ciencias: "Naturaleza y Sociedad" y "Seminario de Ciencia y Sociedad" (ésta en dos versiones secuenciales indicativas: I y II), correspondientes a los planes de estudio vigentes de las carreras de Biología y Matemáticas, respectivamente. Reflejando los cambios de la comunidad a la que pertenecen, cada asignatura ha tenido su propia evolución a lo largo de los años, y aunque no es el momento ni el lugar de exponer detalladamente dicha evolución, sí se puede decir que han sabido cambiar con los tiempos y expandir sus horizontes para incluir los debates del momento según han ido cobrando relevancia y pertinencia. La historia social de la ciencia y la tecnología, la responsabilidad social de la ciencia, y la discusión sobre las políticas científicas son algunos de los temas compartidos; además, y tomando en cuenta las especificidades del alumnado de cada asignatura, se han enriquecido al incorporar elementos de los Estudios Culturales y Sociales sobre la Ciencia y la Tecnología, los Tópicos de Naturaleza Humana, la Historia del Pensamiento Ambiental, los Estudios de Género y Ciencia, así como aproximaciones mucho más interdisciplinarias como las Ciencias de la Complejidad; la Ética, Bioética y Éticas Ambientales; la Economía Ecológica y la Ecología Urbana.

NATURALEZA, CIENCIA Y SOCIEDAD: RETOS Y HORIZONTES

A la luz de esta historia, este libro pretende dar continuidad a gran parte de los compromisos transdisciplinarios y humanistas que dieron origen al PCyS. Esto desde luego requiere actualizar tanto las herramientas analíticas que durante estos cuarenta años han ido emergiendo, así como reconocer que han surgido nuevos espacios y fenómenos que ameritan un ojo crítico.

Se trata de un ejercicio que se presenta a la vez como un acto de continuidad y de ruptura. Continuidad precisamente por nuestra propia convicción de historiar y reconocernos como herederos de una tradición de pensamiento crítico mexicano. Ruptura porque los contextos globales y locales, tanto de las ciencias como de las instituciones universitarias, han cambiado y resultaría necio e ineficaz pretender que lo dicho hace cuarenta años es traducible a un presente sin que en ello medie esfuerzo alguno. Esto, desde luego, no debe leerse bajo una óptica triunfalista. Reconocemos que la violencia que azota a la población de México, así como la creciente desigualdad y pérdida de confianza en sus instituciones, son un signo de que no ha sido suficiente tener una mayor diversidad de categorías explicativas y críticas en el campo académico, en tanto que los problemas, si bien son complejos, también siguen siendo tan elementales como el derecho a habitar pacífica y dignamente este país. Y es que uno de los retos de estos enfoques críticos consiste también en mostrar las posibilidades y límites del pensamiento científico y del campo académico, y entender las vías de resolución en un contexto social más amplio.

Esta obra ilustra un esfuerzo por asumir desde el campo teórico estos desafíos, y a la par, muestra la importancia que tiene no únicamente rescatar las voces de los padres y las madres fundadoras sino, también, comenzar a dar espacios para aquellos y aquellas que habrán de continuar nuestra labor.

Para mostrarlo hemos organizado las colaboraciones en cuatro cuerpos temáticos. El primero de éstos, *Historia y Futuro del Programa de Ciencia y Sociedad*, cuenta con una valiosa pero central contribución. Ésta se intitula "Hilos de continuidad y cambio: nuevos puentes y viejas cargas" y fue escrita por Germinal Cocho y Eduardo Vizcaya. En dicho texto los autores ahondan en el muy necesario ejercicio de examinar los hilos de continuidad entre los discursos críticos nacidos de la contracultura de los 1960 y 1970 y las inescapables inercias que ello genera. Este texto resulta, asimismo, fundamental pues uno de sus autores, Germinal Cocho, fue parte del grupo que gestó hace cuarenta años al PCyS. La suya es, pues, una mirada que evalúa el legado de toda una vida docente y comprometida tanto con los saberes como con las personas.

La segunda sección de esta obra versa acerca de la *Naturaleza Humana*. Aquí, hemos querido recordar que el término "Naturaleza" no remite únicamente a esa exterioridad que ingenuamente solemos oponer a lo artificial, a lo tecnológico y a lo humano. Por el contrario, históricamente es innegable que el término "Naturaleza" ha remitido siempre a las lecturas que hemos hecho acerca de qué es el mundo pero, asimismo, quiénes somos nosotros como moradores del mismo. Dicha lectu-

ra siempre ha venido acompañada de un ejercicio interventivo que ha modificado nuestros cuerpos, nuestras vidas, nuestras mentes y nuestros horizontes.

Dos valiosos ensayos conforman esta sección. Ambos escritos por académicas que en algún momento impartieron la asignatura de “Naturaleza y Sociedad” y cuyo compromiso con la educación crítica es digno de explicitarse. Tenemos así un texto acerca de la “Eugenesia y control social en los Estados Unidos (1900-1930)”, en el cual Alicia Villela nos recuerda que la eugenesia no fue un fenómeno exclusivo de la Alemania nazi. Fue, de hecho, un fenómeno mundial que ilustra la imposibilidad de separar a cabalidad la ciencia en disyuntos que demarquen una ciencia buena y una ciencia mala. Finalmente, la eugenesia es parte de la historia de la genética moderna y nadie negará las virtudes de la segunda y los vicios de la primera; ello hace necesario, por ende, tener en cuenta la complejidad misma de lo que la ciencia ha sido y puede ser.

El segundo texto de esta sección, “Inteligencia, naturaleza y sociedad en México: del salón de clases a la Cámara de Diputados”, fue escrito por Yuriditzi Pascacio. En este texto, Pascacio busca conectar las ideas que la biología humana ha ido forjando acerca de lo que entendemos por inteligencia para hacer ver cómo dichas ideas se han hecho presentes tanto en el salón del clases como en las más altas esferas de la vida política nacional. Su punto es, desde luego, mostrar las profundísimas dimensiones históricas y sociales que se hacen presentes en cada pregunta que interroga esa naturaleza humana.

En la tercera sección de esta obra colectiva, la más extensa, nos dedicamos a reflexionar acerca del *Pensamiento Ambiental*. Cinco textos conforman esta parte del libro. Distintos y, sin embargo, unidos por una preocupación que quizás hace cuarenta años no resultaba tan patente para los fundadores del PCys y que hoy, empero, es innegable. El primero de estos textos, “En torno al entorno: pensamiento ambiental y literatura”, fue escrito por un notabilísimo egresado de la asignatura de “Naturaleza y Sociedad”. Mauricio Betancourt, pasante de biología, nos ofrece un ensayo bellissimo en su prosa y en sus contenidos; evoca un romanticismo y una ética de la preservación que conectan, como ocurre en muy raras ocasiones, a la literatura, la filosofía y la ciencia.

El segundo texto de esta sección, “Modelos matemáticos en el contexto de la conservación de especies”, fue escrito por Edgar González. Como matemático y doctor en ecología que es, González nos ofrece una muy didáctica explicación acerca de los retos que enfrentamos hoy en la modelización de poblaciones con fines de conservación. El reto, como se verá, no es tarea menor ya que la complejidad del mundo es abrumadora e incluso con nuestras mejores herramientas computacionales resulta inmanejable. Esto requiere que tomemos decisiones cuyos efectos no serán inocentes, decisiones que habrá que problematizar.

La tercera aportación de esta sección habla acerca de “La comunidad agroecológica como unidad ecológica, de domesticación y de conservación”. En este texto Lev Jardón y Mariana Benítez combinan sus talentos para ofrecer una profundamente innovadora propuesta en la cual el debate entre diversas estrategias para conservar la agrobiodiversidad, por un lado, y para responder a las necesida-

des alimentarias del mundo, por otro, se alinean de tal forma que la agroecología emerge como la solución más racional para atender a ambos fines y evadir así la falsa disyuntiva entre conservación y compromiso social.

El cuarto texto, “Controversias científicas: el debate en torno a la introducción de maíz genéticamente modificado en México”, fue escrito por una de las más reconocidas autoras en el ámbito de las ciencias y las políticas públicas en torno al maíz transgénico: Alma Piñeyro. En este documento, Piñeyro examina el estado actual de la discusión y hace ver que las promesas del maíz transgénico no son únicamente vacías e infundadas sino francamente engañosas ya que pasan por alto los problemas ecológicos y económicos que acarrea la mercantilización de la vida misma. Cabe mencionar que este texto y el anterior hacen una buena mancuerna para todos aquellos interesados en el tema de la introducción de Organismos Genéticamente Transformados (OGTs) como posible solución a la crisis alimentaria del planeta.

Finalmente, el quinto texto de esta sección se intitula “Derechos y naturalezas: Hacia una política del cuidado”. En este texto Fabrizio Guerrero combina las herramientas de las éticas ambientales y del feminismo para abordar la pregunta de si los animales y la Naturaleza son sujetos de derechos. Su análisis resulta interesante por abordar, además, el tema desde una mirada latinoamericana ya que examina las propuestas de Bolivia y Ecuador. El autor llama la atención ante posibles soluciones que hagan viable la atribución de derechos a los animales, aunque exhibe un cierto escepticismo por adjudicarle derechos a la Naturaleza como un todo.

Por último, la cuarta sección de esta obra versa sobre las relaciones entre *Ciencia, Tecnología y Sociedad*. El primer documento que encontramos aquí, escrito por Francisco Cepeda –uno de los fundadores del PCYS–, se intitula “Ciencia, ideología y progreso social”. En este texto Cepeda hace ver que, si bien hay elementos de cambio entre las formulaciones originales del PCYS, hay también elementos que se han mantenido. De entre éstos, uno por demás obvio es el tema modernista del progreso. Dicho tópico ha sido profundamente cuestionado en los estudios sobre la ciencia y la tecnología y en la reflexión que Cepeda nos ofrece encontraremos un claro ejemplo de qué tipo de críticas son éstas.

A este documento le sigue el aporte de Juan Manuel Rodríguez Caso, quien también llegó a fungir como profesor de la asignatura de “Naturaleza y Sociedad”. Rodríguez Caso nos ofrece una bella reflexión acerca de las relaciones entre “Ciencia y religión en la historia: el complicado caso de la teoría de la evolución”. En este texto nos encontraremos nuevamente con la dificultad de demarcar claramente entre una ciencia presuntamente objetiva, por un lado, y diversas formaciones presuntamente ideológicas como la religión, por otro. Sin embargo, esa dificultad no necesariamente se va a traducir en un abandono de la idea de que en términos epistemológicos hay una importante diferencia entre la ciencia y la religión, simplemente dicha diferencia requiere de mayor finura para ser trazada.

Por último, la obra cierra con una durísima y muy necesaria crítica a manos de Julio Muñoz Rubio quien en su texto “El fetichismo en la biología reduccionista contemporánea: una crítica desde el marxismo y la dialéctica” conecta las

herramientas del marxismo, en especial en lo que al fetichismo de la mercancía se refiere, con el tema del reduccionismo en biología. Su texto hace ver que hay una semejanza estructural en la forma en la cual el capitalismo ha concebido al capital en su forma de dinero y en la forma en la cual la biología reduccionista de corte weissmaniano ha concebido al ácido desoxirribonucleico (DNA).

Presentados ya los textos, queremos agradecer profundamente a los autores que colaboraron en esta obra colectiva, así como a los revisores.

Asimismo, no quisiéramos terminar esta introducción sin mencionar y reconocer la labor que ha impulsado la editorial virtual CopIt-arXives. Consideramos, además, que dicho proyecto editorial también es heredero del PCyS, ya no a nivel docente, sino en el terreno de la difusión del conocimiento, y no sólo por sus promotores (que por cierto, algunos fueron partícipes de las labores del PCyS), sino principalmente por su visión crítica ante la mercantilización del conocimiento, pues Copit promueve la disseminación de libros electrónicos en formatos de libre acceso, que cumplen con los estándares del trabajo académico contemporáneo, y que temáticamente van del Open Access al Open Mind. Así pues, este libro representa la confluencia de un par de esfuerzos con un antecedente común: el PCyS, y hacemos votos para que en el futuro la colaboración permanezca y se refuerce con nuevos proyectos.

Para concluir esta introducción, queremos comunicarles a los lectores el placer y el gusto que nos da el poder contribuir a la continuación de una forma de hacer ciencia que hace honor a la emblemática fuente del Prometeo, la cual es característica de la Facultad de Ciencias. Y es que, como dijera alguna vez don Pablo González Casanova, la ciencia de Prometeo es la ciencia de aquellos que están dispuestos a bajar el fuego de los cielos para compartirlo con la humanidad en su conjunto.

F Guerrero Mc Manus, O Valadez Blanco y E Vizcaya Xilotl

CDMX, Ciudad Universitaria, julio de 2016.

HILOS DE CONTINUIDAD Y CAMBIO: NUEVOS PUENTES Y VIEJAS CARGAS

Germinal Cocho Gil[‡]
Eduardo Vizcaya Xilotl[§]

Han transcurrido cuarenta años desde la fundación del Programa de Ciencia y Sociedad (PCyS) de la Facultad de Ciencias (FC), de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y en este trabajo se presentan algunas remembranzas sobre el origen y evolución de dicho programa, así como algunos comentarios sobre los proyectos que creemos son la continuación actual del mismo. También se presentan algunas líneas de discusión que parece cobrarán relevancia en el porvenir.

PERMANENCIA CAMBIANTE

Como muchas otras actividades, el origen del PCyS estuvo asociado a las inquietudes que precedieron los eventos de 1968 y a lo que sucedió ese año. Eran tiempos en que se organizaban multitud de círculos de estudio, donde se discutían las contradicciones políticas y económicas que tenían lugar en México y en el mundo. Tienen lugar los “movimientos del 68” en Francia, México, Checoslovaquia y otros países, y en nuestro caso la represión sangrienta de Tlatelolco. Sin embargo, mucha gente consideró que sólo había sido una batalla perdida y que en el caso de la UNAM se tenían que promover actividades académicas y de organización que pudieran ayudar al tránsito a una sociedad más justa que la de ese momento. Como parte de estas inquietudes, algunos profesores y estudiantes de la FC organizaron discusiones colectivas sobre las formas de hacer ciencia bajo el capitalismo, así como los modos de producción respectivos, donde no sólo se partía de un análisis crítico de la organización del trabajo científico en las formaciones sociales capitalistas, sino que se planteaban medidas para cambiar el contenido de los cursos y estructurar proyectos de investigación que fuesen coherentes con una sociedad igualitaria, aquella donde se minimizarían las diferencias de nivel de vida y de poder de decisión, a la par de elevar sistemáticamente la calidad de vida; en otras palabras, se trataba de poner en práctica lo que podría llamarse un enfoque progresista de izquierda de la ciencia. En las discusiones no sólo se exploraron

[‡] Instituto de Física y Centro de Ciencias de la Complejidad, Universidad Nacional Autónoma de México. / germinal.cocho@gmail.com

[§] Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México y CEFPVLT-SEP. / xilotl@ciencias.unam.mx

aspectos del marxismo sino que se discutieron algunos de los planteamientos de pensadores “organicistas” como Aristóteles y su explicación del cambio a partir de cuatro causas, la epistemología genética de Piaget y el psicoanálisis de Freud, analizando en cada caso las similitudes y diferencias con el materialismo dialéctico, al que considerábamos una de nuestras guías, pues en él se pone énfasis tanto en la dinámica de los diversos niveles de organización de la materia como en los cambios cualitativos y cuantitativos, incluyendo las dinámicas que surgen en las zonas de conflicto donde “compiten” factores contradictorios, lo que vale decir, guarda una gran similitud con la dinámica de los sistemas complejos en zona crítica.

En paralelo con dichas discusiones, Manuel Pérez Rocha tenía un seminario de ciencia y sociedad, y reuniendo ambos esfuerzos propusimos la formación del Programa de Ciencia y Sociedad, coherente con las inquietudes que tenían lugar en profesores y estudiantes de la facultad, incluyendo al personal directivo. Inicialmente participaron Flavio Cocho y Marco Antonio Martínez Negrete, profesores de tiempo completo de la Facultad de Ciencias, Germinal Cocho, del Instituto de Física, y Luis Fueyo, estudiante asociado al Instituto de Astronomía. Posteriormente se incorpora Rosalío Wences, doctor en sociología, asociándolo al Departamento de Física, y Francisco Cepeda, matemático, que había sido coordinador del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) Oriente.¹

Durante el proceso de edición de su *Metapocatástasis de civilización*, en 2005, Flavio elaboró una “Autosemblanza” que acompañaría dicha obra, y aunque finalmente no fue incluida, en ella hace un recorrido biográfico e histórico muy interesante. Con referencia al PCys y su funcionamiento señala:

¿Cuál era la idea básica? La concepción de que la ciencia es una actividad humana enmarcada en la sociedad, de la que depende y a la que modifica para bien o para mal; no hay *ciencia en sí* sin científicos encuadrados e influidos *a fortiori* por la sociedad. Había en consecuencia que realizar investigación científica, sí, pero estudiando además su relación e interdependencia con todo lo social, buscar alternativas que incidieran en el cambio social anticapitalista, programar cursos académicos con la óptica anterior para ir formando en los estudiantes una conciencia social progresista e, incluso, participar políticamente en las luchas sociales concretas que fuera necesario e involucrar a la Facultad de Ciencias. Logramos que el Programa de Ciencia y Sociedad fuera reconocido institucionalmente a nivel académico.

De tal suerte que aunque gran parte de las actividades del programa tenían que ver con la epistemología de la ciencia y con el análisis crítico de la organización del trabajo científico en las formaciones sociales capitalistas, enfatizábamos que esto no debía ser sólo un apéndice histórico en los cursos, sino que debíamos modificar aspectos básicos del contenido de los mismos. Esto se hizo en cursos de la carrera de Física como Calor, Ondas y Fluidos (COF) y en el de Física Moderna II; en

¹ Un trabajo que aborda con profundidad la historia de la FC, ahí incluida la del PCys, del mismo Francisco Cepeda, es su tesis de Maestría en Historia, que tiempo después se convertiría en *El Prometeo en México. Raíces sociales y desarrollo de la Facultad de Ciencias, unam*. Dicha obra se puede descargar del sitio del Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas, de la Universidad Autónoma de Coahuila: www.cima.uadec.mx/index.php/publicaciones

este último se lograron establecer relaciones coherentes entre la dinámica social a lo largo de la historia y lo contemporáneo, incluyendo la problemática científica de frontera. A nivel de posgrado, dentro del doctorado de física, se organizó el paquete de cursos: “Dinámica de sistemas complejos abiertos físicos, biológicos y sociales”.

Con el paso del tiempo algunos elementos del PCys se van a otras instituciones: Francisco Cepeda se va a Saltillo, donde organiza la primera escuela y luego Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad Autónoma de Coahuila; y Luis Fueyo se va a Sinaloa, etc. Aparecen algunas contradicciones en la FC, y el Programa de Ciencia y Sociedad decae, no sin dejar algunas de sus huellas en otros espacios académicos, con maneras y modalidades distintas, como el Grupo de Biomatemáticas (también de la FC) (Martínez-Mekler, 2000), y contribuyendo, en 1985, a la creación del Departamento de Sistemas Complejos en el Instituto de Física (IF-UNAM), años antes de que aparecieran centros como el Instituto Santa Fe, en Estados Unidos, o instituciones similares en países de Europa, lo que se explica a partir de ese elemento: pensar en las similitudes del materialismo dialéctico y la dinámica de los sistemas complejos.

A partir de 2011 tiene lugar una serie de confluencias que se deben en parte a las improntas del PCys. Partiendo de una identificación temática, y con la intención de recuperar historias, tejer lazos fraternos y generar nuevos retos colectivos, a nivel docente se establece una articulación orgánica entre dos cursos que se imparten en la Facultad de Ciencias: “Naturaleza y Sociedad” y “Seminario de Ciencia y Sociedad I” (o II, según el semestre), y se constituye la Coordinación “Naturaleza, Ciencia y Sociedad” (cNCys).

Impulsando dinámicas académicas polimorfas, la cNCys logra convocar a la dirección de la Facultad de Ciencias (a través de la Secretaría de Comunicación) y a *Ludus vitalis: revista de filosofía de las ciencias de la vida*, para conmemorar los 50 años de la publicación de la obra *The Structure of Scientific Revolutions*. Así, los días 4, 5 y 6 de diciembre de 2012 tiene lugar el coloquio “Revoluciones científicas y crisis sociales. A medio siglo de *La estructura*, de T. S. Kuhn”.

Los objetivos que se plantearon fueron: 1. Fomentar el acercamiento entre estudiantes, profesores e investigadores en torno a la reflexión sobre el cambio y la crisis social, así como el papel que juega o puede jugar la ciencia en ese contexto. 2. Incentivar el análisis y reflexión sobre los impactos de la obra kuhniana. 3. Explorar las tendencias actuales de la ciencia contemporánea.

Dividido el coloquio en 6 mesas temáticas, la sesión inaugural: “Transiciones sociales y las ciencias en México”, contó con la participación de Rosaura Ruiz, Pablo González Casanova, Manuel Peimbert, Ruy Pérez Tamayo y Germinal Cocho. Las otras 5 mesas, en orden consecutivo, llevaron por títulos: “Fronteras de la física: ¿Hay una revolución científica en puertas?”; “Kuhn y las revoluciones científicas”; “Evolución y revolución en la biología contemporánea”; “Problemas sociales y retos de la medicina actual”; Clausura: “La ciencia y el cambio social en México”. En total se contó con la participación de 24 profesores e investigadores provenientes de una decena de dependencias de la UNAM, y otros tantos prove-

nientes de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM), Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa (UAM-C), Secretaría de Salud (SSA) y del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav-IPN). Con respecto a los asistentes, vale decir que se entregó más de medio centenar de constancias.

En el terreno editorial, y contribuyendo al movimiento Open Access, a inicios de 2014 fue liberado el libro electrónico *Ciencia y Sociedad: Pinceladas*, publicado bajo el sello de CopIt-arXives, presentándose el 5 de marzo de 2014 en la FC. Sumando esfuerzos de matices diversos, y como una muestra de sus propias trayectorias en el impulso y desarrollo de la responsabilidad social de sus áreas de trabajo, si bien no limitados a ello, la presentación corrió a cargo de Mariana Benítez Keinrad, del Instituto de Ecología; Ana María Cetto, del Instituto de Física, y José Sanmartín Esplugues, de la Universidad de Valencia, España; cabe mencionar que en ese evento se contó con la participación del editor en jefe de CopIt, Octavio Miramontes Vidal, quien expuso los objetivos y logros del proyecto hasta entonces.

En el momento actual México está lleno de contradicciones. Por muchos lados se percibe un ambiente inquieto; la existencia de movimientos progresistas, de resistencia y de reivindicaciones heterogéneas es un indicador de ello, y tienen su reflejo en las universidades, en formas, espacios y tiempos muy específicos. Estamos convencidos de que la FC tiene que seguir contribuyendo al análisis del papel de la ciencia en la sociedad. Por ello se ha organizado el Programa de Ciencia y Humanismo en que se realizarán labores de investigación, docencia y difusión sobre el papel de las ciencias, artes y humanidades en una sociedad futura más justa que la actual. Como en el caso del “viejo” Programa de Ciencia y Sociedad, contribuirá personal de carrera y de asignatura de la facultad, poniendo énfasis en la colaboración con otras instituciones dentro y fuera de la UNAM.

CAMBIO PERMANENTE

[...] la esencia de la creatividad es una predisposición a hacer el loco, a jugar con el absurdo, para someter más tarde el chorro de ideas a un severo juicio crítico. La aplicación de la imaginación al futuro requiere, pues, un medio en el que esté permitido equivocarse, en el que la novedosa yuxtaposición de ideas pueda expresarse libremente, antes de ser cribada por la crítica. Necesitamos santuarios de imaginación social.

Alvin Toffler, El shock del futuro.

De acuerdo con Aristóteles todo cambio en la naturaleza tiene cuatro causas: material, formal, eficiente y final. Y constituyen los únicos tipos de respuesta que pueden darse cuando se pide una explicación del cambio. Un ejemplo clásico lo constituye una estatua. La causa material de su existencia es el mármol de que está hecha; su causa formal es la forma idealizada del objeto terminado, presente en la

mente del escultor desde antes de su realización; los golpes con el cincel y el martillo sobre el mármol son su causa eficiente, el instrumento con que está hecha; y la causa final es la que tendría como finalidad o propósito: embellecer el sitio donde será colocada.

Durante 1971 el estudio de distintos aspectos de la causalidad reunió en el Centro Internacional de Epistemología Genética, con sede en Ginebra, a Jean Piaget, Thomas S. Kuhn, Mario Bunge, Leon Rosenfeld y Francis Halbwachs, y cuyo libro *Les Théories de la causalité* da cuenta de las discusiones que tuvieron lugar.² Es en esa reunión donde Kuhn (1982, pp.46-55) presentaría: “Los conceptos de causa en el desarrollo de la física”, mostrando algunas convergencias entre su trabajo de historiador de la ciencia y los estudios psicológicos de Piaget. Para empezar, señala que el concepto de causa tiene dos sentidos, uno estrecho y otro amplio. El sentido estrecho se parece mucho al concepto aristotélico de causa eficiente, y también al que expresan los estudios de Piaget: la noción de causa en los niños proviene de un agente activo que jala o empuja, manifiesta un poder o ejerce una fuerza. El sentido amplio de causa tendría que ver más bien con la noción general de explicación, pues implica establecer en cada caso y para cada acontecimiento por qué ocurrió. En otras palabras, una explicación de carácter causal (en sentido estrecho) proporciona siempre un agente y un paciente: una causa y un efecto subsiguiente; en el sentido amplio, se tienen explicaciones en las cuales no se presenta como *la causa* ningún agente activo, ni tampoco un acontecimiento o fenómeno anterior.

Kuhn señala que el sentido estrecho de causa se vuelve predominante en física durante el siglo XVII, con explicaciones mecánicas basadas en choques, tracciones y empujones; pero desde entonces dichas causas eficientes van jugando un papel decreciente hasta reducir su aplicación al campo de las anomalías. A la par y de forma creciente, se van aceptando distintas causas formales como explicación del orden de la naturaleza: Con Newton y la gravitación aparece una explicación no mecánica (la acción a distancia) que representa el embrión del concepto de campo, mismo que se ve fortalecido posteriormente con los desarrollos en electricidad, magnetismo y en el estudio del calor. Cuando se aceptan las ecuaciones de Maxwell para el campo electromagnético se tienen ya explicaciones en el sentido amplio, pues corresponden a una “entidad física no mecánica y fundamental, con propiedades formales que sólo pueden describirse por medio de ecuaciones matemáticas” (Kuhn, 1982, p.52). Durante el siglo XX se incorporaron elementos probabilísticos fundados en el principio de incertidumbre de Heisenberg (interpretado como un indeterminismo inerradicable en la versión ortodoxa), y también se incrementaron las explicaciones físicas basadas en campos, así como las propiedades formales de la materia (spin, paridad, extrañeza, etc.), describibles únicamente en términos matemáticos.

Un cuadro parecido nos lo proporciona Richard Feynman, quien al señalar las formas equivalentes de la mecánica clásica, compara tres formulaciones: la de

² Avances posteriores se darían como producto de la colaboración de J. Piaget y R. García, y se reunirían en *Les explications causales*, correspondiente a los *Études d'épistémologie génétique*, 26 (1971), según hace constar el sitio web de la Fundación Jean Piaget: www.fondationjeanpiaget.ch

Newton (en términos de fuerzas), la formulada con un potencial o campo local, y la que se plantea a través de un principio variacional (el principio de mínima acción), y se pregunta:

¿Cuál de estas interpretaciones es la correcta? Si estas distintas alternativas no fueran exactamente equivalentes desde un punto de vista matemático, es decir si dieran lugar a consecuencias diferentes entre sí, lo que habría que hacer sería buscar experimentalmente de qué forma la naturaleza realmente se comporta. [...] Es imposible escoger entre ellas [...] Pero psicológicamente son muy distintas de dos maneras distintas. Primero, desde un punto de vista filosófico unas te gustan más que otras; y sólo a base de mucho entrenamiento es posible vencer esta enfermedad. Segundo, desde un punto de vista psicológico son distintas porque pierden totalmente su equivalencia cuando se trata de imaginar nuevas leyes. (Feynman, 1983, pp.40-41)

Asociando estos últimos comentarios con los planteamientos de las causas aristotélicas, se puede decir que la formulación newtoniana emplea una causa eficiente, la del campo local una causa formal y la de principios variacionales una causa final. Por otro lado, tenemos también a los principios de conservación, que están relacionados con propiedades de simetría espacio-temporal –otra causa formal–. En mecánica clásica no hay inconveniente en resolver un problema dentro de una formulación o la otra, porque a fin de cuentas se tienen demostraciones matemáticas de las equivalencias entre ellas. Así, se aceptan las formulaciones variacionales, que tienen un sentido teleológico, porque se puede demostrar que existe una expresión equivalente en términos locales, y que constituyen el sentido estrecho de causa (que corresponde a lo que usualmente se entiende como causal).

En el caso de la mecánica cuántica también hay formulaciones distintas que podrían interpretarse como en el caso anterior: las expresadas matemáticamente a través de operadores y la formulación variacional en términos de integrales de trayectoria. Aunque formalmente equivalentes, todas ellas conservan un cierto indeterminismo, y las interpretaciones alternativas, desde el inicio mismo de la teoría cuántica, han dado lugar a profundas reflexiones filosóficas acerca del carácter epistemológico y ontológico de los fenómenos cuánticos. Motivados por la construcción de una interpretación que salve los aspectos aparentemente inexplicables del comportamiento azaroso irreductible y acausal del mundo cuántico, y que también toma en cuenta los resultados de los análisis históricos que señalan el apriorismo y las preconcepciones filosóficas de la versión ortodoxa, se tienen formulaciones estocásticas que argumentan lo siguiente:

En la teoría cuántica se sabe que el espacio está permeado por una diversidad de campos de vacío, que no son sino el estado fluctuante y azaroso de mínima energía de los diversos campos que se dan en la naturaleza. A su vez, estos campos de vacío son “azarosos” por obra y gracia de la (prácticamente) infinidad de fuentes que contribuyen a ellos en cada instante (es decir, las partículas del universo). El espacio vacío es así en realidad un pleno, enormemente rico en fenómenos físicos. Estos campos de vacío, por encontrarse en la condición de mínima energía son, ellos sí, irreductibles. Su existencia es el resultado del

hecho fundamental de que ningún sistema cuántico puede encontrarse en un estado totalmente libre de movimientos y cambios. (De la Peña, 1999, p.47)

Como se puede ver, esos aspectos filosóficos y psicológicos a que hacía referencia Feynman tienen implicaciones en la creación de teorías alternativas, tanto en los terrenos ontológicos como en los aspectos epistémicos y metodológicos. Y desde luego no se limitan meramente a los contenidos de una cierta disciplina, en este caso la física cuántica, porque a su vez se pueden también plantear interrogantes sobre la matematización de todas las teorías físicas y sobre una posible evolución histórica distinta. Por ejemplo, en el caso de la física clásica, podríamos llegar a

concebir que si nuestros conocimientos físicos hubieran comenzado sobre el terreno biofísico, en lugar de los dominios inorgánicos, hubiéramos quizá llegado a otra física subordinada desde el inicio a la noción de campo o de estructuras disipativas en el sentido de Prigogine; o que otra matemática hubiera sido posible si los griegos hubieran partido de postulados no euclidianos o no arquimédicos. Por el contrario, si se cuestionan estas suposiciones, y se atribuye al espíritu humano una sola física y una sola matemática posible, esto nos conduciría a la hipótesis de la predeterminación de los conocimientos. Parecería, pues, que estamos en presencia de una alternativa ineluctable: o una diversidad heterogénea de caminos y de resultados posibles, o la preformación del saber. (Piaget, 1982, p.22)

El asunto es que estas reflexiones coinciden con la necesidad de repensar lo que estamos haciendo en cada momento y sus implicaciones, y es algo que se inscribe en un cuadro más general:

El impulso de los físicos a entender y explicar la naturaleza es una condición esencial de su trabajo. Los cánones de explicación aceptados sirven para indicarles qué problemas no se han resuelto todavía, qué fenómenos permanecen sin explicación [...] condicionan en parte las clases de soluciones a la cuales será capaz de llegar. No es posible entender la ciencia de un periodo determinado, sin haberse adentrado en los cánones de explicación aceptados por los científicos de tal época. (Kuhn, 1982, pp.54-55)

En el momento actual se habla mucho de sistemas complejos, emergencia, complejidad, sistemas emergentes, así como de las tendencias y fronteras a trasgredir; asimismo, se plantean como parte de los retos abiertos para este siglo (Miramontes, 2013) y, por lo que hemos dicho, es posible que los cánones de explicación se pondrán en perspectiva y se redefinirán, ahí incluidas varias de las críticas al determinismo, al mecanicismo y al reduccionismo, profundizadas a partir de la teoría del caos, de la teoría general de sistemas, etc. y sin caer en los excesos de los holismos del pasado.

Los sistemas complejos están constituidos por elementos, dinámicas e interacciones heterogéneas. Debido a esta heterogeneidad y a las leyes de los grandes números muestran, por un lado, aspectos genéricos (leyes de potencias, redes de mundo pequeño, etc.) y, por otro, exhiben características específicas, muestran comportamientos tozudamente individuales.

Se ha encontrado que los sistemas complejos robustos y adaptables están en la zona crítica en que basta un cambio pequeño de la señal reguladora para un cambio grande cuantitativo o cualitativo en el sistema; y también se tiene que las leyes genéricas que exhiben son válidas para sistemas de distinta naturaleza, ya sean sistemas físicos, biológicos o sociales.

Los organismos vivos en sus diferentes niveles están cerca del punto crítico, y como son considerados un paradigma para los sistemas complejos, se pueden ver de forma ubicua estos aspectos genéricos/específicos que señalamos, análogos a los fenómenos críticos en física. Por un lado, los organismos vivos tienen una diversidad enorme, y por otro comparten aspectos generales como la llamada molécula de la vida, el DNA; en la búsqueda de mayor generalidad, en las discusiones de astrobiología se cita como “vida basada en carbono” y sería una forma muy específica (Miramontes, 2013). En el caso de los sistemas sociales vemos que “cada cabeza es un mundo”, pero que lo que sucede en una manifestación de protesta colectiva es predecible, por no decir los hábitos de compra, transporte, alimentación o las búsquedas de información por Internet.

Una discusión preliminar sobre el análisis cuatripartito de las causas aristotélicas arroja las siguientes consideraciones: Las causas formal y eficiente son retrógradas (el presente depende del pasado) y la causa final es anterógrada (el presente depende del futuro). En el caso de la causa eficiente lo que sucede en un instante condiciona de modo concreto y restringido lo que sucede inmediatamente después, de modo que se puede decir que es una causa “dictatorial” en que todo lo que no está permitido está prohibido. En la causa formal se tienen restricciones geométricas o de otro tipo que delimitan lo que puede suceder. Podríamos decir que la causa formal es una causa “democrática”, en que todo lo no prohibido está permitido.

Consideradas como causas finales, las formulaciones variacionales –en física– son equivalentes a principios de invariancia, que son causas formales. Y como los principios de invariancia implican que la restricción es válida de principio a fin (un proceso que conserva la energía lo hará al principio, al medio y al final), se tiene una especie de “transmutación” entre la causa final y la formal. Esto último se ha considerado muchas veces como un defecto, habiéndosele colocado a Aristóteles como un teleologista; pero dadas estas relaciones entre las causas formal y la final, también se le puede considerar más bien como un “formalista”. Razonando por analogía, unas causas formales corresponden a principios de invariancia explícitos (como en física) y corresponderían a otros difíciles de explicitar, como es el caso de lo característico de un organismo vivo, como un conejo. Esto último podría tener relevancia en las discusiones biológicas sobre evo-devo, pues los planteamientos que priorizan las restricciones físico-químicas confrontan tanto al teleonomismo (o teleologismo biológico) como al seleccionismo que apela a lo azaroso, y que dejan fuera muchos aspectos importantes; cabría la posibilidad de tener formulaciones equivalentes entre lo final/formal como en la física.

Todas estas consideraciones habrá que ir las articulando alrededor de las discusiones más generales sobre las leyes naturales, puesto que algunos autores piensan

que *todas* las leyes físicas son emergentes:

El conflicto lógico entre una frontera abierta y un conjunto de leyes generales se resuelve con el fenómeno de la emergencia. Lamentablemente, el término “emergencia” ha adquirido una variedad de significados, entre los que se incluye el de fenómenos sobrenaturales que no están gobernados por las leyes de la física. No uso la palabra en ese sentido, sino que me refiero a un principio físico de organización [...] La naturaleza está llena de fenómenos muy confiables que constituyen versiones primitivas de cuadros impresionistas. Un paisaje florido pintado por Renoir o Monet nos llama la atención porque se ve como un todo perfecto cuando, en realidad, las pinceladas de las que está hecho son imperfectas y de formas azarosas. Como las pinceladas son en sí imperfectas, la esencia del cuadro está en su organización. (Laughlin, 2007, pp.29-30)

Y esto nos remite, además, a la aparición de regularidades en un nivel, cuando en un subnivel se dan fenómenos azarosos, como esas pinceladas; corresponden a las que se llaman leyes de grandes números. Dos frases que capturan la esencia de este enfoque son las debidas a la mancuerna Kolmogorov-Gnedenko. La primera, que aparece al inicio del prefacio de su obra concerniente a las distribuciones límite resultantes de la suma de variables aleatorias, afirma categóricamente que: “De hecho, todo el valor epistemológico de la teoría de la probabilidad se basa en que fenómenos azarosos presentes a grandes escalas crean en su comportamiento colectivo una estricta regularidad no azarosa” (Gnedenko, 1954, p.1)

Y la segunda, que aparece en el prefacio de *The Theory of Probability*, y que afirma:

When we say that the apparatus of probability theory is best suited to the study of molecular phenomena, we do not in the least wish to say that the philosophical premises for applying the theory of probability in natural science spring from the insufficiency of our knowledge. The basic principle lies in the fact that when studying mass-scale phenomena, a set of *new and peculiar regularities* come to light. When studying phenomena caused by the action of large numbers of molecules, it is not necessary to take into consideration all the properties of every molecule. (Gnedenko, 1969, p.10)

Esto último conecta inmediatamente con los fenómenos sociales, pues como decíamos anteriormente, a nivel individual se puede pensar que nuestras decisiones y acciones son aleatorias, pero cuando se ven en su conjunto, aparecen regularidades colectivas de varios tipos (Martínez-Mekler, 2011), e implican ver qué propiedades son importantes en la descripción y cuáles son hechas a un lado.

En cuanto a los aspectos sociales y la causalidad, se puede decir que existen varios terrenos donde se encuentran y se conjugan. En el terreno de la acción sociopolítica se habla de “pelear por una causa legítima”, “trabajar por una causa justa”, etc., implicando una cierta acepción de las causas que venimos discutiendo, en este caso de una causa final: un propósito o un objetivo. “Sumarse a una causa” vendría a significar que se ha detonado un proceso de motivación en los actores políticos, de tal suerte que han decidido generar acciones coherentes con dicha causa. Otra

vez hay una especie de “mezcla” entre la causa final y la formal, porque de algún modo la idea de lo que se quiere alcanzar (un ideal) también es una *forma* que tiene existencia en la mente del sujeto que está actuando. A su vez, dicho sujeto o actor puede ser considerado como una causa eficiente del proceso histórico; sus acciones se sumarán a las de otros actores para configurar la resultante colectiva de los fenómenos sociales humanos, y para realizar dichas acciones jugarán un papel importante sus instrumentos o herramientas (ya sean cognitivos, conceptuales, tecnológicos, narrativos, estéticos, etc.). Las narrativas históricas cuentan las maneras en que distintas acciones se van articulando a lo largo del tiempo y de la geografía, y muchas veces resaltan las actuaciones de sólo un pequeño grupo de actores, los que clásicamente se conocen como héroes y villanos. Pero si uno quiere construir una manera distinta de contar (y hacer) la historia, quizás pueda elaborarse a partir de estas analogías con los grandes números y de observar distintos planos de intervención. Desde luego, esto último tiene que ver con las organizaciones humanas, pues ahí se definen ciertos objetivos y medios para alcanzarlos. En este punto se tienen ciertos traslapes con los modos maquiavélicos de ejercer el poder (esos que afirman que el fin justifica los medios), porque aparece nuevamente esa especie de teleología moderada o mezclada con lo formal, y que además se relaciona con la causa eficiente, al constituir dilemas, pues se quieren *explicar* o justificar las acciones de los sujetos a partir de sus fines, propósitos u objetivos, y los dilemas de comportamiento aparecen asociados con aquellos aspectos instrumentales tan cuestionados desde los terrenos de la ética política.

Por supuesto que lo aquí planteado deberá *hibridarse* con los resultados provenientes de las ciencias sociales y de las humanidades, pues representa una versión condensada de muchas otras reflexiones sobre la política. Y esto es tremendamente importante porque:

Hoy el mundo vive bajo el dominio de un *capitalismo complejo* y en una situación lamentable de separación y desarticulación teórica-práctica entre quienes dominan la complejidad e ignoran y ningunean el análisis crítico marxista y quienes dominan el pensamiento crítico y sólo excepcionalmente profundizan en los problemas teórico-prácticos de la complejidad y en su redefinición de la lucha de clases y de liberación, y de los obstáculos en la construcción de un mundo alternativo. (González Casanova, 2004, p.73)

Así pues, aún bajo el dominio de ese capitalismo salvaje que denominan neoliberalismo, conviene recordar tres aspectos estructurales del capitalismo (para ligarlos a los estudios de complejidad):

- a) la contradicción entre la propiedad privada de los medios de producción y el carácter social de las relaciones de producción;
- b) la contradicción entre la necesidad de restringir al máximo la libertad en el proceso de trabajo (con la intención de poder controlarlo más fácilmente) y la necesidad de libertad para que la labor de los subordinados sea creativa, y
- c) el que con el avance de las tecnociencias existen las condiciones para que los

humanos sean muy creativos individual y socialmente y que, sin embargo, en promedio la gente es cada vez más ignorante y menos creativa.

Si nos consideramos inmersos en el mundo descrito anteriormente, un mundo de cambio rápido, y si además queremos contribuir con algunas ideas y acciones al tránsito a una sociedad más justa, coherente con el humanismo creativo (Cocho, 2013), resulta fundamental profundizar en la teorización sobre la política organizativa, aquella que se refiere al conocimiento de los diversos modos de organización, de sus ventajas y desventajas, puesto que en la época actual podemos decir que “las relaciones de producción se vuelven las principales fuerzas productivas”. En este sentido, juegan un papel relevante los resultados que se han ido acumulando en torno a las redes complejas, tanto las biológicas como las sociales, pues hay aspectos dinámicos y estructurales que importan para la cohesividad, la comunicación, la robustez y la tolerancia a fallas de las organizaciones que se quieran impulsar. Por otro lado, se plantea como un reto a superar la manera de incorporar e interactuar con los saberes cotidianos, los del sentido común.

En el aspecto práctico, esto de la política organizativa se puede plantear como un asunto de articulación entre lo genérico (universal) y lo específico (individual), abordando lo que se quiere, lo que se tiene a la mano, el historial logrado, etc. y que contemple la evolución de la cooperación en sus vertientes técnicas, y los resultados biológicos alrededor sobre la empatía en otras especies animales, dialogando con las categorías de la solidaridad humana, la caridad religiosa y la filantropía ciudadana.

Dicho en otras palabras, habría que encarar la tensión creativa entre lo social/individual, para responder a la dicotomía aparente o a la contradicción evidente entre ambas. Esto nos ha de llevar al reto de sintetizar las éticas, tanto las que implican derechos como las que otorgan deberes (Cocho, 2013). Por ello, habría que impulsar una especie de *heurística organizativa* para explorar distintos aspectos prácticos que se tendrán que desprender/confrontar de/con las teorizaciones: los aspectos que funcionen habrá que potenciarlos y los que no, descartarlos, y en simultáneo buscar explicaciones de ambos.

Recapitulando, se puede decir que desde hace algún tiempo nos encontramos en medio de una crisis de proporciones planetarias, una crisis de civilización. Las características de esta crisis se pueden expresar a partir de los efectos observables en varias escalas, aspectos que revisten un alta preocupación social: energía, salud, educación, ambiente, etc.; efectos que provienen en buena medida del uso de la *tecnociencia* ligada al gran capital tales como la propagación de los cultivos transgénicos, los desechos tóxicos industriales y nucleares, los derechos humanos violentados a través de las tecnologías de la comunicación y la información, etc., y otros cuyas causas hay que dilucidar, como las enfermedades complejas y la seguridad social en un sentido amplio (que incluiría tanto a la educación como a la salud y la recreación).

Señalar, denunciar y criticar los efectos perniciosos es parte de la labor crítica, pero la formación académica que brindan las ciencias naturales también ha de contribuir a la búsqueda de soluciones y la eliminación de los mismos, sin renunciar ni

relegar la capacidad creativa de los científicos ni sus responsabilidades sociales. Lo que demanda *necesariamente* la construcción y proliferación de puentes de distintas características. Puentes entre ciencias y humanidades. Puentes entre el sentido común y las ciencias de la complejidad. Constructores de puentes con funcionamiento de enzimas. Puentes como objetivo, como causa de la causa (eficiente), la que lleva a los artífices/actores a pulir/manejar sus herramientas para aplicarlas y entrelazarlas con la materialidad (humana/nuestra), y con el *blueprint* mental que sugiere la metapocatástasis civilizatoria (Cocho, 2005). Puentes que se inspiran, y aspiran, a los que se construyen en la región de Meghalaya, India, donde:

El agua y los ríos que alimentan las plantas ha hecho crecer árboles frondosos en sus márgenes, con potentes raíces. Estos cimientos naturales, fuertes y profundos, porque de otro modo los árboles hubieran sido arrastrados por la corriente, ofrecieron los hilos de unos puentes maravillosos, que el pueblo tejó a lo largo de incontables generaciones. Entrelazando las raíces de los árboles de un lado con las del otro, formaron una urdimbre flexible, fuerte y viva, que se conectaba sobre el río en varios pisos y con direcciones diversas y combinadas. Los abuelos enseñaban a los niños que deberían continuar el trabajo si éstos fallecían, orientando las raíces por medio de guías de corteza que las llevaban poco a poco a enraizarse en la margen opuesta del río, de manera que el puente en realidad no puede ser destruido porque se revitaliza y se fortalece cuando el río crece.

Si el río crece más de lo que ese puente soporta, siempre habrá otro más alto que pueda entrar en uso hasta que el río reduzca su furor. Pero el puente no desaparece. (Ceceña, 2013, p.104)

BIBLIOGRAFÍA

- Ceceña, A. E., 2013. Subvertir la modernidad para *vivir bien* (o de las posibles salidas de la crisis civilizatoria). En Ornelas, R. (coord.), *Crisis civilizatoria y superación del capitalismo*. México, D. F.: Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM.
- Cepeda Flores, F. J., 2006. *El Prometeo en México. Raíces sociales y desarrollo de la Facultad de Ciencias, UNAM*. Saltillo: Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad Autónoma de Coahuila.
- Cocho Gil, Flavio, 2005. *Metapocatástasis de civilización*. México, D. F.: CEFPSVLT.
- Cocho Gil, Germinal, 2013. Complejidad, criticalidad y humanismo creativo. En Vizcaya, E., Pacheco, L. y Miramontes, O. (eds.), *Ciencia y Sociedad: Pinceladas*. [e-book] México: CopIt-arXives. Disponible en: <http://scifunam.fisica.unam.mx/mir/copit/SC0004ES/SC0004ES.html> [consultado el 30 de abril de 2014].
- De la Peña, Luis, 1999. Algunos comentarios desde la física. En Roitman, M. y González Casanova, P. (coords.), *La formación de conceptos en ciencias y humanidades*. Madrid: Sequitur.
- Feynman, R. P., 1983. *El carácter de la ley física*. Barcelona: Antoni Bosch editor.
- Gnedenko, B. V. y Kolmogorov, A. N., 1954. *Limit Distributions for Sums of Independent Random Variables*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Gnedenko, B. V., 1969. *The Theory of Probability*. Moscú: MIR.

- González Casanova, P., 2004. *Las nuevas ciencias y las humanidades*. Madrid: Anthropos-IIS/UNAM.
- Kuhn, T. S., 1982. *La tensión esencial. Estudios sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia*. México, D. F.: Conacyt-FCE.
- Laughlin, R. B., 2007. *Un universo diferente. La reinención de la física en la edad de la emergencia*. Madrid: Katz Editores.
- Martínez-Mekler, G., 2000. Una aproximación a los sistemas complejos. *Ciencias*, núm. 59, julio-septiembre, pp.6-9.
- Martínez-Mekler, G. y Cocho, G., 2011. Complejidad en comportamientos universales en las artes y las ciencias. En Flores Valdés, J. y Martínez-Mekler, G. (comps.), *Encuentros con la complejidad*. México, D. F.: Siglo XXI-UNAM.
- Miramontes, O. y Volke, K. (eds.), 2013. *Fronteras de la física en el siglo XXI*. [e-book] México, D.F.: CopIt-arXives. Disponible en el sitio: <http://scifunam.fisica.unam.mx/mir/copit/TS0011ES/TS0011ES.html> [consultado el 30 de abril de 2014].
- Piaget, J. y Bunge, M. (coords.), 1971. *Les Théories de la causalité*, París: Presses Universitaires de France (EEG, 25).
- Piaget, J. y García, R., 1982. *Psicogénesis e historia de la ciencia*. México, D. F.: Siglo XXI.
- Toffler, A., 1974. *El shock del futuro*. Barcelona: Plaza & Janes.

⊙ *Esta es una página en blanco.* ⊙

EUGENESIA Y CONTROL SOCIAL EN LOS ESTADOS UNIDOS (1900-1930)

Alicia Villela González*

INTRODUCCIÓN

La teoría evolutiva desarrollada por Charles Darwin (1809-1882) en su libro *El origen de las especies* (1859) generó sin duda un cambio conceptual en la forma en la que los científicos comenzaron a entender algunos de los procesos biológicos que sobre lo heredable se evidenciaban en los seres vivos. Darwin apoyaba la idea que la evolución de los organismos se debía a la selección continua de variaciones favorables que permitían la supervivencia de los organismos mejor adaptados. Consideraba que las adaptaciones favorables pasarían a los descendientes paulatinamente en las generaciones siguientes.

Un importante sector de biólogos, médicos, psicólogos de la sociedad de finales del siglo XIX asumían que las deficiencias mentales, el temperamento, las concepciones morales, la criminalidad y la pobreza se vinculaban estrechamente con la herencia biológica. Una serie de propuestas teóricas buscaron explicar cuándo o cómo se podía asociar el parecido de los descendientes con sus progenitores (Mayr, 1982). Un sector importante de naturalistas de finales del siglo XIX que estudiaban a los seres vivos, apoyaban una idea intuitiva para explicar el origen de la variación y la herencia biológica. La herencia se ligaba a la continuidad y constancia, mientras que la variación se asociaba con cambio y divergencia (Mayr, 1982). El problema del origen de la variación se estableció como una pregunta clave en el entendimiento de los seres vivos.

En este trabajo se retoma una de las polémicas que sobre la herencia biológica se desarrollaron intensamente en los Estados Unidos en el primer tercio del siglo XX, y que repercutieron fuertemente en la implementación de proyectos de esterilización humana por motivos eugenésicos. El proyecto de eugenesia que se implementó en este país buscaba intervenir y “mejorar” la estructura hereditaria de los seres humanos a través de apareamientos dirigidos.

* Laboratorio de Estudios Sociales de la Ciencia, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. / alicecat56@hotmail.com

LA PROPUESTA DE EUGENESIA DE FRANCIS GALTON

El establecimiento de métodos que permitieran medir o cuantificar las diferencias en los rasgos físicos alentó la creencia en los naturalistas de finales del siglo XIX que también las diferencias “mentales”, las habilidades artísticas y las profesionales eran rasgos capaces de ser medibles.

Uno de los científicos más influyentes de este periodo, y a quien se le reconoce como pionero de la genética humana y la estadística aplicada en Inglaterra fue Francis Galton (1822-1911), primo de Darwin, ambos nietos de Erasmus Darwin.

Francis Galton provenía de una familia acomodada y reconocida por la sociedad inglesa. Desde joven se destacó como un niño con grandes aptitudes intelectuales. Su padre, un banquero próspero, aspiraba que su hijo sobresaliera en alguna carrera profesional, ya fuera como médico o abogado (Galton, 1909). En 1839 se matricula en la famosa y prestigiada King's College Medical School de Inglaterra donde cursa materias con profesores destacados en diversas disciplinas como Daniell (1790-1845) en química, Richard Bentley (1809-1860) en fisiología y John Partridge (1805-1873) en anatomía. Durante su estancia en el King's College, Galton obtuvo un premio en medicina forense y un segundo lugar en el área de fisiología. Paralelamente, inicia su interés por aprender más sobre matemáticas y convence a su padre de irse a Cambridge a estudiar, así ingresa en 1840 al Trinity College donde obtiene en 1844 el grado de “*bachelor of arts*”. En ese mismo año, su padre le deja una cuantiosa fortuna al morir, que Galton aprovecha para realizar diferentes viajes por África y el Medio Oriente. Durante estos viajes elabora mapas de climas locales y realiza una descripción detallada del comportamiento de ciclones (no se tenían referencias anteriores sobre estudios en este campo). Estos trabajos le permiten un amplio reconocimiento en la comunidad científica, y aseguran su ingreso en la Sociedad Geográfica de Londres, donde es nombrado como responsable del Observatorio de Kew en 1860.

Con la publicación de *El origen de las especies* en 1859 y la discusión generada alrededor de esta propuesta, Galton se interesa en aspectos relacionados con la medición de cualquier tipo de rasgo distintivo en el hombre, tales como las huellas dactilares, capacidad de fuerza en las extremidades, preferencias, tipo de estructura ósea, diferencias en el tamaño de la cabeza, que supuestamente se relacionaban con el grado de inteligencia en las diferentes poblaciones de negros, blancos, y orientales sino además por temas relacionados con interrogantes sobre la herencia biológica.

A partir de este momento, Galton buscó elaborar una teoría social que tuviera como sustento las ideas Charles Darwin sobre la acción de la evolución y la selección natural. Galton estaba convencido de la necesidad de conducir a la raza humana hacia una sociedad moderna que se apegara a la ciencia y el desarrollo del conocimiento científico.

Uno de los primeros trabajos donde explica y desarrolla estas ideas se publica en 1865 con el título de *Hereditary Talent and Character*. El artículo buscaba mostrar con evidencias experimentales cómo las habilidades mentales y el talento son

rasgos heredables: "It is my desire to show more pointedly than –so far as I am aware-has been attempted, that mental qualities are equally under control [...] I find that talent is transmitted by inheritance in a very remarkable degree". (Galton, 1865, p.14)

Para 1883 Francis Galton acuña la palabra eugenesia, de las raíces griegas con la que caracterizaba al poseedor de herencia noble y bueno de nacimiento. Galton suponía que de esta forma la eugenesia se reconocería como la ciencia que se encargaría de mejorar la naturaleza humana favoreciendo a las mejores razas, y a los individuos con mejor sangre, además de reducir la reproducción de aquellas razas o individuos inferiores a las que convendría detener la reproducción. Con estas ideas como fundamento, y con los recursos económicos familiares se establece en Inglaterra en 1884 la creación de un Laboratorio Antropométrico adjunto al Museo de Ciencias de Kensington, Londres, con la finalidad de obtener datos confiables sobre la frecuencia de la criminalidad en determinados grupos sociales como la aristocracia, la clase obrera y la clase media, pero sobre todo en los sectores con escasos recursos.

El laboratorio recabó una extensa e invaluable colección estadística de datos que se tomaban como evidencia de posibles variaciones presentes en la población humana, tal es el caso de las muestras dactilográficas (Galton, 1892) de diferentes razas. De estas muestras se realizaron minuciosos dibujos detallando las líneas de las manos y los pies tratando de encontrar patrones de correlación que estuvieran asociados con rasgos hereditarios (Galton, 1892), es decir, se quería demostrar, a través de estudios minuciosos de árboles familiares de hombres "prestigiados", que las habilidades mentales en el hombre se heredaban. Galton (1909) estaba convencido que las familias sobresalientes, inteligentes y exitosas, poseían habilidades innatas que no presentaban aquellas familias consideradas no exitosas. La organización y análisis de esta información permitía representar un comportamiento de campana en la población estudiada. Los resultados cuantitativos facilitaban la obtención de datos poblacionales en porcentajes, proporciones, desviación y correlación de variables.

De los estudios minuciosos de árboles familiares de hombres "prestigiados" se concluía que las habilidades mentales en el hombre se heredaban (Galton, como la mayoría de los ingleses de su época, apoyaba la creencia de la supremacía de la población blanca).

Con la información obtenida se buscaba llamar la atención del gobierno a fin de poder oficializar la propuesta de Galton que permitiera la selección de individuos mejor adaptados, promoviendo la conveniencia de alentar matrimonios entre estos sectores. Para aquellos sectores poblacionales considerados como carentes de talentos y habilidades, se desarrollarían programas sociales con la posibilidad de reubicarlos socialmente y así detener su crecimiento poblacional. Alrededor de 10 mil personas, la mayoría adultos, se consideraron en las mediciones que sirvieron para la elaboración del análisis estadístico.

En 1904 Galton publica lo que él considera, daría una mejor definición de los principios y los objetivos de la eugenesia.

Eugenics is the science which deals with all influences that improve the inborn qualities of a race; also with those that develop them to the utmost advantage. The aim of Eugenics is to bring as many influences as can be reasonable employed, to cause the useful classes in the community to contribute more than their proportion to the next generation. (Galton, 1904, p.i)

A partir de los datos obtenidos, Galton llega a la conclusión de que el genio debe ser una característica hereditaria. Es así como se convence de la transmisión de ciertos caracteres y de la persistencia y superioridad de los individuos filialmente relacionados.

Para Galton era posible proponer el mejoramiento de la raza humana apoyándose en la aplicación de lo que sería una selección artificial, es decir, individuos considerados como “superiores” debían ser alentados a procrear un mayor número de descendientes, a esto lo denomina como eugenesia positiva; mientras que los grupos considerados “inferiores”, deberían detener la reproducción y proliferación, eugenesia negativa. Es necesario aclarar que si bien la propuesta de Galton estaba dirigida a impulsar la persistencia de rasgos favorables en las poblaciones, para él la selección natural propuesta por Darwin carecía de importancia en la formación de especies nuevas, ya que muchas de las variaciones descritas en su laboratorio eran interpretadas como meras variantes de lo que se encontraba en las curvas normales.

El desarrollo de los principios de la ciencia de la eugenesia se transforma en el motivo central del trabajo de Galton y del Laboratorio de Antropometría, y a partir del análisis estadístico de información de censos de diccionarios de biografías de hombres reconocidos como ilustres concluye que el “genio” debe ser una característica hereditaria. Gracias a la gran cantidad de datos recabados por el laboratorio, Galton va ganando una enorme aceptación y reconocimiento en Inglaterra lo que facilita que se promueva la creación de una revista que serviría como órgano de concentración de resultados de las diferentes mediciones estadísticas. La revista inicia su publicación en 1901, y recibe el nombre de *Biometrika*. Karl Pearson (1857-1936) preside el comité editorial.

A principios del siglo XX, el panorama de los estudios sobre la herencia se modificó abruptamente con el llamado “redescubrimiento” de las leyes de Mendel. Paradójicamente este hecho enfrentó a los defensores del mendelismo y los defensores de la teoría de la selección natural (biometristas). Las herramientas estadísticas de Galton y sus estudios sobre la herencia de los caracteres continuos (altura, talla, peso e inteligencia) fueron considerados por los miembros de estas dos grandes posiciones contendientes como elementos que apoyaban su postura. La figura y el trabajo de Galton, así como sus incipientes investigaciones eugenésicas habrían de ser incorporados de esta manera en el discurso y proyectos de un sector importante de la comunidad de científicos que a principios del siglo XX buscaban robustecer una teoría de la herencia biológica y en dirigir el supuesto perfeccionamiento de la humanidad.

RECEPCIÓN DEL PROYECTO DE EUGENESIA EN LOS ESTADOS UNIDOS

En los Estados Unidos, la posibilidad de una intervención directa del hombre sobre los rasgos hereditarios, cobró una enorme relevancia a principios del siglo XX por lo que la recepción y difusión de los principios eugenésicos propuestos por Galton encontraron un campo fértil en sectores amplios de la sociedad: profesores de universidades, trabajadores sociales, abogados, doctores, ministros y hombres de negocios. Los trabajos estadísticos desarrollados por el grupo de Galton y Pearson¹ (1857-1936) atrajeron el interés de los académicos. En el laboratorio de Galton frecuentemente se recibían estudiantes de todo el mundo que realizaban estancias de investigación en temas relacionados con la biometría.

A principios del siglo XX, el biólogo estadounidense Charles Davenport (1866-1944), quien había obtenido su doctorado en la Universidad de Harvard, viaja a Inglaterra a recibir adiestramiento estadístico. A su regreso decide implementar un laboratorio en los Estados Unidos en el que se estudie la evolución de forma experimental; aunque a diferencia de los biometristas, Davenport se entusiasma por los trabajos de Mendel, y decide aplicar los principios mendelianos en un proyecto de investigación que culmine con la creación de dos grandes proyectos: uno de ellos abocado al estudio de la herencia, y el segundo proyecto interesado en la evolución siguiendo los métodos propuestos por los biometristas en Inglaterra.

En 1902, Davenport obtiene apoyo financiero (10 millones de dólares) de una fundación filantrópica, la Carnegie Institution, para realizar el proyecto que centralizaría la información a nivel nacional.

El laboratorio se localizaba en Long Island, New York, e inició actividades en 1904. Posteriormente, en 1910, Davenport crea la Oficina de Registro Eugenésico (ERO)² que sería reconocida como la oficina de propaganda y difusión del movimiento de eugenesia en los Estados Unidos. A su vez, aparece la primera edición de una revista que sirve como órgano de difusión de la doctrina eugenésica, *Eugenical News*.

Estados Unidos se convierte así en el primer país en emprender programas de esterilización forzosa con propósitos eugenésicos.

Para 1910 la palabra eugenesia en los Estados Unidos alcanza una gran difusión, impregnando las ediciones de periódicos y revistas populares. Se contaba con miembros del movimiento de eugenesia en California, Chicago, Missouri, Minnesota, Utah y Wisconsin entre otras. En 1914, por lo menos en 44 escuelas de los Estados Unidos, de nivel bachillerato y licenciatura, se ofrecían cursos relacionados con el tema de la eugenesia en las materias de biología, sociología, psicología y genética.

Uno de los aspectos que más preocuparon a los grupos de eugenetistas lo fue, sin duda, el flujo de inmigrantes que llegaban en enormes barcos (Davenport, 1911) del este y sur de Europa.

¹ Fue uno de los principales colaboradores de Galton en el Laboratorio de Antropometría. Matemático de profesión, desarrolla importantes contribuciones de aplicación de métodos estadísticos en la biología.

² Su miembro honorario era Francis Galton.

Otro grupo de inmigrantes que también preocupaba eran los que llegaban por la frontera oriental y de Latinoamérica, a los que se les responsabilizaba del deterioro moral y del aspecto físico del pueblo estadounidense. La mayoría de estos grupos de inmigrantes eran vistos como una amenaza para el futuro de la sociedad por ser considerados en su mayoría poseedores de un coeficiente intelectual bajo, así como de otros males hereditarios (Popenoe, 1929). La idea de que permitiendo la reproducción de estos grupos se favorecería el deterioro de la sociedad norteamericana era uno de los conceptos más ampliamente difundidos de la época, lo que justificaba se implementaran leyes de restricción a la inmigración, así como el desarrollo de un proyecto de esterilización apoyado en las ideas de eugenesia a nivel nacional. Los sectores poblacionales a considerar eran las siguientes clases:

1) Enfermos mentales; 2) Locos (que incluían a los psicópatas); 3) Criminales y delincuentes; 4) Epilépticos; 5) Alcohólicos (incluyendo los adictos a drogas); 6) Enfermos con tuberculosis, sífilis, lepra y cualquier otra enfermedad crónica o infecciosa; 7) Ciegos (incluso bicos); 8) Sordos; 9) Deformes e inválidos; 10) Cualquier persona que fuera dependiente como huérfanos, vagabundos y pobres (Laughlin, 1922). En algunos estados incluyeron a epilépticos o personas físicamente deformes. Mujeres de origen afroamericano se esterilizaban en contra de su voluntad, mientras eran atendidas durante el trabajo de parto. En las prisiones y asilos de enfermos mentales la esterilización por eugenesia se justificaba contra el avance de la criminalidad o del posible deterioro de la especie (Gosney, 1929).

La ERO organizaba permanentemente diferentes actividades: cursos de verano (con estudiantes provenientes de diversas instituciones y universidades, se entrenaban en la realización de encuestas y toma de datos que servían para el análisis estadístico); se ofrecían también estancias de investigación a profesores universitarios y conferencias sobre el proyecto de eugenesia. Con la información recabada se creó un banco de datos y registros meticulosos de las encuestas tomadas en las poblaciones humanas.

Uno de los colaboradores más cercanos a Davenport era el superintendente de la ERO, Harry Hamilton Laughlin (1880-1943), profesor de historia interesado en la eugenesia y la genética.

Laughlin estaba convencido que la entrada de inmigrantes favorecería el deterioro de la sociedad norteamericana, por lo que promovió de manera incisiva que se implementen leyes de restricción a la inmigración, y finalmente se convertiría en un ferviente activista a favor del proyecto de eugenesia y esterilización.

A principios de los años veinte del siglo XX, Laughlin, adquiere un enorme prestigio en los círculos políticos de Washington. De ahí que se le considere como el especialista en los aspectos de inmigración y esterilización. Para él, la separación de enfermos mentales y su confinamiento en instituciones o asilos era una necesidad imperiosa que justificaba como la prevención de la criminalidad.

En 1922 Laughlin publica su libro *Eugenic Sterilization in the United States* con el fin de presentar un registro de las actividades realizadas con el programa de esterilización por eugenesia en los Estados Unidos.

Uno de los estados de la Unión Americana en donde el programa de esteri-

lización por eugenesia era presentado como un modelo a seguir fue el estado de California. Un conjunto de factores y actitudes de tipo cultural y racial permitieron la expansión y el éxito del proyecto de esterilización en este estado, como la llegada de inmigrantes latinoamericanos desde la frontera con México y la cercanía con los migrantes provenientes de China (Divine, 1959). El periodo en el que se llevaron a cabo las esterilizaciones eugenésicas en California fue de 1909 a 1929. Los líderes del movimiento de eugenesia en ese estado informaron con gran entusiasmo los avances del programa. Por lo menos 10 mil personas se esterilizaron en el periodo en el que perduró la vigencia de la ley eugenésica. Los individuos seleccionados provenían de 11 instituciones del estado de California: asilos, orfanatos, hospitales psiquiátricos y cárceles. Para el biólogo Paul Popenoe, uno de los líderes del proyecto en California (Popenoe, 1926; 1927a; 1928; 1929; 1930), el motivo y la justificación de las esterilizaciones era sencillamente eugenésico, es decir, por el bien de la raza humana. De esta forma se evitaba y garantizaba la reproducción de estas personas, evitando la propagación de algún riesgo hereditario que se fuera a incrementar en la población estadounidense (Popenoe, 1927b).

En otros estados como Virginia, uno de los casos más difundidos de este periodo fue el de Carrie Buck (Bell, 1931), una joven de 17 años que en 1925 llevó su caso ante la corte de Virginia, negándose a ser esterilizada. Los médicos que argumentaron en su contra, no la habían visto o examinado, pero aseguraban que con los antecedentes de la familia Carrie estaban seguros que “presentaba sólo la mitad de la edad mental de su cuerpo” y “por salud y protección del estado” (Bell, 1931) debía ser esterilizada. Buck era hija de una mujer con retraso mental, acusada de prostituta, inmoral y portadora de sífilis, por lo que sus hijas fueron consideradas por los representantes de la eugenesia del estado como pertenecientes a una familia que debería ser incluida dentro del programa. Carrie Buck pierde el caso, y es esterilizada en 1927.

Otro de los líderes del movimiento de eugenesia en los Estados Unidos fue Henry H. Goddard, psicólogo psiquiatra que estaba convencido de la necesidad de implementar estudios experimentales en varias instituciones mentales. Su intención era demostrar que las diferentes causas que originaban la tendencia de enfermos mentales a cometer una serie de delitos tanto criminales como sociales se asociaban con factores hereditarios.

Goddard alcanzó un gran renombre por el proyecto realizado en un asilo para enfermos mentales situado en Vineland, New Jersey, donde informó sobre las causas que determinaban el retraso mental en una de las pacientes de esa institución (Goddard, 1912).

Henry Goddard realizó un análisis sobre los lazos familiares de una niña (Deborah) de ocho años, que había sido recluida en ese centro en 1897, a partir de un árbol familiar que mostraba las diferentes actividades delictivas y amorales a las que se había dedicado la familia, a través de la información que obtuvo de sus más cercanas y entrenadas colaboradoras de los archivos regionales de la familia de la niña, y de las encuestas realizadas con preguntas tendenciosas a la gente que vivía en la región donde Deborah nació. Para que la niña permaneciera en el ano-

nimato, Goddard construyó un apellido ficticio de raíces griegas que significaban *kallos* = bueno y *kakos* = malo. Quedando de esta forma el apellido como la familia Kallikak.

Las encuestas revelaban, según Goddard que el tatarabuelo de Deborah, Martin Kallikak hombre que se recordaba de buena familia, miliciano del siglo XIX, era el origen remoto de la línea Kallikak. Como era de suponerse, este miliciano había frecuentado bares y tabernas de la localidad donde vivió la tatarabuela de Deborah. Según las encuestas realizadas a los aldeanos, estos suponían que la tatarabuela Kallikak era retardada mental. Martin Kallikak había tenido un hijo ilegítimo con ella, que se creía también enfermo mental.

Los descendientes de esta familia, por lo tanto, fueron asociados como pobres, inmorales, retardados mentales y con tendencia a la perversión, por los aldeanos encuestados, que aseguraban haber conocido la historia de la familia de Deborah. Los registros locales mostraban la existencia de 480 descendientes. La encuestadora (Elizabeth Kite) los agrupó así: 143 retardados mentales, 46 normales y los restantes de mentalidad desconocida. También se contaba con la tendencia a tener hijos ilegítimos. Se registraron por lo menos 36 casos de personas inmorales como las prostitutas o alcohólicos, epilépticos, criminales y otros tantos que habían muerto en la infancia (Goddard, 1912).

Aún más, el tatarabuelo de Deborah Kallikak, al finalizar sus actividades en la milicia se había casado con una mujer considerada como de honorable tradición familiar de la que de acuerdo con los eugenetistas y personas entrevistadas, los descendientes de esta línea familiar eran personas prestigiosas y honorables pues había médicos, abogados, profesores o artistas.

Las conclusiones a las que deriva Goddard de este estudio intentaban convencer a los diferentes sectores de la opinión pública que el tipo de patología social que se podía aplicar a estas familias con comportamiento inadecuado, era la de mostrar que sus causas no eran sociales. La solución era comprender que las causas de ese comportamiento eran hereditarias y que el patrón de distribución de estos rasgos familiares era de tipo mendeliano.

El proyecto de eugenesia en los Estados Unidos incorporó en las tres primeras décadas del siglo XX a un gran número de miembros de diversos sectores de profesionales, hombres de negocios así como de todos aquellos estadounidenses que con las evidencias presentadas por los líderes de este proyecto en cada estado (Davenport, Laughlin, Goddard entre otros) aprobaban la idea de utilizar las supuestas ventajas proporcionadas por el desarrollo de la ciencia, y buscar beneficios o mejoras en la sociedad. La propuesta de eugenesia se planteaba como una forma de conocimiento, y, sobre todo, como una forma de control social, de acción transformadora de la realidad. Los eugenetistas estadounidenses no estaban ni siquiera de acuerdo en los principios que debía incluir su programa eugenésico a nivel nacional. Un sector se inclinaba a favor de la eugenesia positiva, es decir, en la selección de la mejor raza. Mientras que otros eugenetistas apoyaban fervientemente la propuesta sobre eugenesia negativa, que se encargaba de prevenir y detener la reproducción de los no aptos. Las dos posiciones implicaron el desarro-

llo de diferentes medidas políticas y del establecimiento de medidas legales, como fue el caso de las restricciones a la inmigración de individuos provenientes de otros países y nacionalidades.

En diversas ocasiones, Paul Popenoe³ (1888-1979) viajó a Europa (Noruega y Alemania) con el fin de asesorar y mostrar los avances del proyecto de eugenesia en los Estados Unidos. El educar a la sociedad era uno de los principales proyectos que la ciencia debía seguir. Un público informado actuaría en favor de la esterilización evitando así en forma “civilizada” la mezcla y el matrimonio de razas (Popenoe, 1926). A futuro, la misma sociedad apoyaría el establecimiento de leyes eugenésicas, y en los Estados Unidos se traduciría en la prohibición legal de matrimonios de personas de la “raza” negra con los de “raza” blanca. De acuerdo con Popenoe, la existencia de “razas” era una evidencia clara en la naturaleza de la superioridad e inferioridad entre los diferentes grupos humanos.

Los reportes finales del proyecto de esterilización por eugenesia a nivel nacional en los Estados Unidos indicaban que por lo menos 60 mil personas fueron esterilizadas durante el periodo que duró el programa, es decir, de 1907 a 1930 (Stern, 2005).

Situaciones similares se desarrollaron en otros países con posiciones raciales similares a las estadounidenses (Adams, 1990). A principios del siglo XX se establecieron pequeñas organizaciones o sociedades eugenésicas fuera de Inglaterra y los Estados Unidos cuyos objetivos estaban centrados en implementar los principios de la eugenesia. De esta forma se organizaron filiales en Alemania, Austria, Bélgica, Francia, Italia, Japón, Noruega, Rusia y Suecia.

Por lo que respecta al continente americano, además de los Estados Unidos, se promovieron proyectos en Brasil, Colombia, Cuba, Chile, México y Perú. En cada área geográfica hubo diferentes interpretaciones de las propuestas de Galton. En algunas regiones fueron los biólogos experimentalistas los que promovieron el proyecto de eugenesia, mientras que en otros países fueron los criadores, médicos, psicólogos, antropólogos, demógrafos, y psiquiatras los que aplicaron el proyecto de eugenesia (Kuhl, 1994).

En los Estados Unidos, el proyecto de eugenesia inició un declive significativo alrededor de los años treinta del siglo XX, sobre todo cuando los primeros genetistas de ese país mostraron que la esterilización no detenía la incidencia de ciertos rasgos en las poblaciones.

Debido a la importancia y el reconocimiento que la genética mendeliana adquirió a través de los trabajos del grupo de Morgan y de otros grupos, como los de los laboratorios de las universidades de Columbia, Harvard y Cornell, el movimiento de eugenesia –entendido como un proyecto científico hacia 1915 en los Estados Unidos– cae en el desprestigio y en una poca aceptación por parte de los sectores científicos especializados en el estudio de la transmisión hereditaria.

En cambio, como proyecto social y político (es decir como proyecto de “higiene social”) continuó avalándose hasta 1950 por diferentes sectores de la sociedad, a los que les interesaba continuar con proyectos de tinte racista funcionales en la

³ Líder del proyecto de eugenesia en California.

justificación de una desigualdad económica y social evidente a principios del siglo XX en los Estados Unidos (Kevles, 1985).

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, M. B., 1990. *The Wellborn Science. Eugenics in Germany, France, Brazil and Russia*. Nueva York: Oxford University Press.
- Bell, J. H., 1931. Eugenics of the Development of the Human Race. *Virginia Medical Monthly*, 727.
- Darwin, Ch., [1859] 1996. *The Origin of Species*. Oxford University Press.
- Davenport, Ch. B., [1911] 1972. *Heredity in Relation to Eugenics*. Nueva York: Arno Press-The New York Times.
- Davenport, Ch. B., 1917. Inheritance of Stature. *Genetics*, 2, pp.13-87.
- Divine, A. R., 1959. *American Immigration Policy 1924-1952*. New Haven: Yale University.
- Galton, F., 1865. Hereditary Talent and Character. *MacMillan's Magazine*, 12 (68), pp.157-166 y 12 (71), pp.318-27.
- Galton, F., 1892. *Fingerprints*. Nueva York: Macmillan and Co.
- Galton, F., 1909. *Memories Of My Life*. Nueva York: E. P. Dutton and Co.
- Gosney, E. S. y Popenoe, P., 1929. *Sterilization for Human Betterment*. Nueva York: Macmillan and Co.
- Kevles, J. D., 1985. *In the Name of Eugenics. Genetics and the uses of Human Heredity*. Berkeley: University of California Press.
- Kuhl, S., 1994. *The Nazi Connection. Eugenics, American Racism, and German national Socialism*. Nueva York: Oxford University Press.
- Laughlin, H. H., 1922. *Eugenical Sterilization in the United States*. Psychopathic Laboratory of the Municipal Court of Chicago.
- Mayr, E., 1982. *The Growth of Biological Thought*. Cambridge, MA: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Popenoe, P., 1926. *Problems of Human Reproduction*. Baltimore: The Williams & Wilkins Co.
- Popenoe, P., 1927a. Eugenic Sterilization in California. The Insane. *Journal of Social Hygiene*, vol. XIII, no.5 May, pp.257-268.
- Popenoe, P., 1927b. *Success on Parole after Sterilization*. Reprinted from the Proceedings of the Fifty-First Annual Session of the American Association for the Study of the Feeble-minded, held at Cincinnati, Ohio, June 4-6, 1927.
- Popenoe, P., 1927c. Eugenic Sterilization in California. The Feeble-minded. *Journal of Social Hygiene*, vol. XIII, no.6, June, pp.321-330.
- Popenoe, P., 1928. *Sterilization and Criminality*. Proceedings of the Fifty-First Annual Meeting of the American Bar Association, pp.575-581.
- Popenoe, P., 1930. *The Child's Heredity*. Baltimore: The Williams & Wilkins Co.
- Popenoe, P. y Roswell, H. J., 1933. *Applied Eugenics*. Nueva York: Macmillan and Co.

INTELIGENCIA, NATURALEZA Y SOCIEDAD EN MÉXICO: DEL SALÓN DE CLASES A LA CÁMARA DE DIPUTADOS

*Yuriditzi Pascacio Montijo**

1. INTELIGENCIA

¿Cómo explicar a los estudiantes que la biología es producto de y regresa a la sociedad? Existe una gran diversidad de soluciones que pueden responder a la pregunta anterior. Podríamos empezar por indagar sobre los intereses que llevaron a cada uno de los alumnos a estudiar biología, sobre su desenvolvimiento a lo largo de la carrera y, tal vez, sus futuros objetivos para obtener el grado de biólogo. Mediante un cuestionario, obtenemos diferentes respuestas que refieren a la esperanza de mejorar el estado actual de la naturaleza. Como en línea recta, del salón de clases, pasando por el libro de texto y trabajando desde el laboratorio o la reserva ecológica, los estudiantes dibujan los escenarios probables que se verán representados en la tesis de licenciatura y que más tarde darán solución a los problemas del mundo o, al menos, saciarán esa curiosa necesidad de saber. Este tipo de respuesta representa, precisamente, la manera en que se ha abstraído la biología, no sólo de la sociedad, sino de la naturaleza.

Las abstracciones, siguiendo a Levins (2006), no son verdaderas ni falsas sino que pueden iluminar u oscurecer algún conocimiento dependiendo del problema estudiado. De este modo, es comprensible la necesidad de seleccionar cierta información y resumirla en un plan de estudios o libro de texto así como hacer el material transportable del salón de clases al campo o laboratorio. Lo que no es obvio es el proceso de abstracción que hace manipulable al conocimiento y que, a su vez, borra el camino que une a la biología con la sociedad y viceversa. El reconocimiento de este proceso requiere no sólo de cierto conocimiento sobre sociología e historia (entre otras ciencias humanas) que permita representar el contexto en que se ubica la biología y entrenar las habilidades cognitivas necesarias para posibilitar la comprensión de esta imagen de la ciencia en la sociedad.

En la Facultad de Ciencias de la UNAM tenemos la suerte de contar con la materia obligatoria de “filosofía e historia de la biología” en el primer semestre de la carrera de biología y, precisamente, a partir del quinto semestre, con la materia optativa de “naturaleza y sociedad”. La sorpresa es que, generalmente, los alumnos

* Investigadora postdoctoral en el Instituto Max Planck de Historia de la Ciencia. / yuriditzi@yahoo.com

que deciden cursar la segunda materia han olvidado casi por completo el primer curso y contextualizar la relevancia de la segunda se vuelve sumamente difícil. Así, el objetivo de este texto es responder la primera pregunta mediante un ejemplo que fue frecuentemente planteado en el salón de clases: ¿qué es la inteligencia?

2. CONTEXTO

En los años 2013-14 fueron publicadas tres noticias importantes relacionadas con el tema de la inteligencia en México. La primera de ellas, por el orden cronológico, fue la detención de la líder del Sindicato Nacional de Trabajadores de la Educación (SNTE), Elba Esther Gordillo. La segunda noticia fue el penoso resultado informando que México ocupa el último lugar en nivel educativo entre los 34 países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Y, a principios de 2014, en tercer lugar, se publicó el problema sobre la falta de identificación y estimulación que acaba con niños genios en el país de acuerdo con los datos del Centro de Atención al Talento (Cedat). Los tres casos se relacionan directamente con el problema de la educación en México y sólo el último habla explícitamente de la inteligencia.

En relación al Cedat, se han publicado más de treinta noticias periodísticas desde 2010 y hasta la fecha sobre la inteligencia. Entre el contenido de las notas se enfatiza, por un lado, que tres de cada cien niños mexicanos nacen con sobredotación intelectual, es decir, con un coeficiente intelectual (CI o IQ) mayor a 130 puntos, cuando la media es de 87 puntos, y, por el otro, que el 95% de estos se perderá antes de que lleguen a la edad adulta por diagnósticos equivocados (Sánchez, 2014). Asimismo, se sostiene que la sobredotación intelectual es una aptitud innata que no puede ser adquirida por el esfuerzo personal pero, para que esta se desarrolle, debe de existir 50% de carga genética y 50% ambiental. Por ejemplo, Andrew Almazán Anaya, diagnosticado como superdotado y fundador del Cedat, explica que pueden haber niños que nacen con un IQ de 190 puntos pero si estos no son lactados y estimulados correctamente, la puntuación puede bajar hasta 130.

El diagnóstico de la OCDE es justificado por el diputado del Partido del Trabajo (PT) Alberto Anaya Gutiérrez explicado por una falta de programas académicos, por lo que propuso “determinar planes de estudio en educación inicial y exigir formación académica en los CENDI” (Centro de desarrollo infantil). La educación inicial es la que reciben los niños y niñas menores de 6 años de edad y su objetivo es personalizar su desarrollo integral y armónico en un ambiente rico en experiencias formativas, educativas y afectivas. A su vez, Anaya sugirió la modificación del artículo 50 de la Ley General de Prestación de Servicios para la Atención manifestando la necesidad de: “Contar con los documentos que acrediten la formación y capacitación requerida de las personas que presentarán los servicios” (Cámara de Diputados, 2013). También se informó que México destina a la educación el 6.2% del Producto Interno Bruto (PIB); del cual, de acuerdo con los datos del estudio “Panorama de la Educación 2012”, indican que el 91.7% de estos recursos presupuestales se destinan al pago de salarios.

Elba Esther Gordillo fue detenida por el desvío de recursos de los trabajadores del sindicato hacia otras cuentas personales entre 2008 y 2012. La Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) presentó una denuncia formal ante la Procuraduría General de la República (PGR) al detectar una operación irregular por 2 mil 600 millones de pesos que provenían de dos cuentas del SNTE. El dinero había sido utilizado para el pago de tarjetas de crédito de compras en centros comerciales, pagos a clínicas de cirugía estética, galerías de arte y compra de propiedades en el extranjero. A un año de su detención, se publicó que la Secretaria de Educación Pública mantuvo el sueldo de Gordillo, la cual aparece en dos nóminas como directora y profesora de una primaria en el Estado de México.

Al parecer, de acuerdo con los datos de la OCDE, el dinero no es un problema pues México es el país que reparte más dinero del PIB a la educación. El primer problema evidente es que de esta cantidad se dedique más del 90% a los salarios de los profesores y, además, sea desviado a la cartera de Gordillo entre otros “profesores beneficiados”. Un segundo problema es que, aun con el mínimo dinero que se haya utilizado para educación, no se haya tomado en serio la necesidad de contratar personas especializadas en el cuidado y atención de los niños durante la educación inicial y que este dinero, a su vez, sea desperdiciado en sueldos de personas inexpertas. De esta manera, la posibilidad de que los niños superdotados sean identificados en un periodo temprano para serles designado el tipo de formación necesaria, en el supuesto caso de que tuvieran que asistir a un CENDI, se vuelve casi nula.

A partir de lo anterior se pueden formular nuevas preguntas pues parece que no es clara la relevancia de la educación en México. Es interesante observar que, aun con el mínimo de dinero, no se toma en serio el papel de los expertos en la formación de los niños. Por ejemplo, como sostiene Almazán, la estimulación adecuada es fundamental para que los niños mantengan un IQ elevado hasta ser adultos pero ¿es esta aseveración exclusiva para los sobredotados?, ¿qué diferencia hay entre las necesidades formativas adecuadas para niños promedio y sobredotados?, ¿sólo el IQ de un sobredotado es innato?, hasta reiterar las preguntas clásicas: ¿qué es coeficiente intelectual y qué es innato? Y, por último, ¿por qué la insistencia en apelar a bases biológicas para capacidades humanas?

3. HISTORIA

Durante la mayor parte del siglo XX dominó la idea de que una base biológica estaría causando y definiendo el comportamiento inteligente. Asimismo, en Estados Unidos e Inglaterra destacó la correlación, supuestamente biológica, entre raza, clase y tipo de inteligencia. Esta correlación, muestra una mezcla especial de áreas de estudio pues combina el tipo de inteligencia, medido mediante la prueba de IQ, con clase, que es reconocida a partir de los estratos sociales, y con raza, la cual es generalmente distinguida mediante tipologías antropológicas. Apenas el año 2013, por ejemplo, se publicó el escándalo sobre la tesis de doctorado de un estudiante de Harvard, Jason Richwine (2009), quien utilizó esta correlación para justificar

el que se prohíba la inmigración de “hispanos” debido a que su IQ promedio es sustancialmente inferior al de la población nativa blanca (Matthews, 2013).

La historia sobre el uso y mal uso de las pruebas para medir inteligencia en Estados Unidos es una de las más contadas y, a su vez, ignoradas. El cociente intelectual, o *intelligence quotient* (IQ), es una medida, inicialmente el resultado de una sustracción, que desarrollaron Alfred Binet y su colaborador Theodore Simon en “Sur le nécessité d’établir un diagnostic scientifique des états inférieurs de l’intelligence” (1905). Binet buscaba un método para identificar a cualquier niño que, debido al estado de su inteligencia, fuera incapaz de aprovechar de manera normal las instrucciones dadas en una escuela ordinaria (Binet y Simon, 1905, p.163). Con este fin, asignaron un nivel de edad a cada prueba definido como la menor edad a la cual un niño de inteligencia normal debía ser capaz de completar una tarea exitosamente. Un niño debía empezar las pruebas con tareas para la menor edad procediendo en una secuencia hasta que fuera incapaz de completar las tareas. La edad asociada con la última tarea completada era llamada “edad mental” y su nivel intelectual general era calculado al sustraer esta edad mental de su verdadera edad cronológica. Un niño de seis años con una edad mental de seis sería un niño promedio, un niño de cinco años con edad mental de seis sería avanzado y un niño de diez años con edad mental de seis sería un niño retrasado. Así, los niños que tuvieran una edad mental suficientemente menor a la edad cronológica podrían ser identificados para tener educación especial.

Binet y Simon no estaban interesados en conocer si el estado mental actual de los niños era innato o no. Fue en Estados Unidos donde se asoció la escala para medir inteligencia a una explicación hereditaria, en ese momento la explicación mendeliana de la herencia (Gould, 1985, p.163). Francis Galton (1869) introdujo la dicotomía naturaleza/crianza a su investigación sobre la herencia de la genialidad y estableció un método experimental para sus estudios psicológicos que permitió la reificación de este tipo de comportamiento o capacidad. A partir de su investigación se desarrolló una concepción biológica del comportamiento humano que puede ser medible y cuantificable. Entre diferentes investigadores, principalmente Henry Goddard (1913), Lewis Terman (1916) y Robert Yerkes (1920), fue estandarizada y sistematizada la posibilidad de medir la inteligencia para facilitar la manipulación y control de clasificaciones ya existentes concebidas en los nuevos términos cuantitativos.

Terman desarrolló una revisión de la prueba Binet-Simon modificando el contenido y extendiendo la escala para incluir a “niños superiores”. Esta revisión fue la primera versión de lo que se conoce actualmente como la prueba Stanford-Binet; el nombre de Stanford fue agregado porque Terman era entonces profesor de esa universidad. Esta prueba sería aplicable a un rango más amplio de personas, a diferencia de la prueba Binet-Simon, que estaba diseñada para aplicarse de manera personal. También, por sugerencia del psicólogo alemán Wilhem Stern, modificó la manera en que debía ser calificada, proponiendo que la edad mental debía ser dividida por la edad cronológica del niño y no restada. Además estandarizó la escala de puntuaciones con el fin de ubicar a los “niños promedio” en la media, con una

calificación de 100 para cada edad mental e igualó la variación entre los niños mediante el establecimiento de una desviación estándar de quince o dieciséis puntos a cada edad cronológica (Gould, 1985, p.177) quedando finalmente la definición del cociente intelectual o IQ como: $(\text{edad mental} / \text{edad cronológica}) \times 100$, tal como la conocemos actualmente. Así, un niño de inteligencia promedio tendría un IQ de 100, mientras que un niño de seis años de edad con una edad mental de ocho tendría un IQ de 133. Con esta nueva estandarización la calificación promedio de un débil mental era la de 50 puntos en una prueba de IQ (Goddard, 1927, p.43).

Esta prueba fue aplicada generalmente con el fin de poder conocer el cociente intelectual mínimo necesario para tener éxito en una profesión, haciendo una relación entre la calificación o nivel de inteligencia de cada niño con los tipos de profesiones existentes. Por ejemplo, Terman argumentaba que para tener "éxito sustancial" probablemente se requeriría de un IQ por arriba de 115 a 200, y que tener un IQ de 75 o más bajo correspondía a las habilidades de un obrero. Pensaba que la profesión, el prestigio y los salarios reflejaban diferencias innatas en inteligencia, además de reflejar diferencias raciales. Al hacer todas estas distinciones a partir de la calificación de IQ, se ubicaría a los niños en diferentes tipos de escuelas para que recibieran diferente tipo de educación. Este uso de las pruebas psicométricas es el que se conserva en trabajos controversiales como el publicado en *The Bell Curve: Intelligence and Class Structure in American Life* (1994), de Richard J. Herrnstein y Charles Murray, y en las investigaciones de Cyril Burt y Arthur Jensen.

Tanto Burt como Jensen estaban interesados en demostrar que sus gobiernos, en Inglaterra y Estados Unidos respectivamente, estaban haciendo una mala inversión de fondos en los sistemas educativos, ya que ellos aseguraban que el talento en inteligencia era una capacidad innata. Por esta razón proponían que era más importante introducir estrategias para reconocer a los niños dotados con esta capacidad que desarrollar programas de educación compensatoria. De este modo, asumiendo que la inteligencia era una habilidad o comportamiento heredado, introdujeron el uso de la genética cuantitativa con el fin de poder distinguir, simplemente, las diferencias en habilidad en una población dada. Sus estudios se basaban principalmente en correlaciones entre las diferentes puntuaciones obtenidas en las pruebas de IQ, el estatus socioeconómico y la raza.

Burt pensaba que los programas educativos debían enfocarse en las propuestas de los psicólogos que seguían las doctrinas de la escuela evolutiva, proponiendo en "The Inheritance of Mental Ability" (1957) que se pusiera especial atención a los trabajos de Darwin, Spencer, Huxley y Galton (Burt, 1957, p.2), ya que, aseguraba, sólo mediante la utilización de una técnica de clasificación y una explicación hereditaria, como la de la genética cuantitativa, sería posible predecir el desenvolvimiento de un niño en la escuela y más tarde en el éxito de su vida laboral. Así, partió de la hipótesis de que las variaciones innatas en inteligencia eran principalmente debidas a la herencia de g, o factor general² (Burt, 1957, p.277) y propuso

² Charles Spearman desarrolló la primera propuesta teórica sobre la inteligencia general, g, en *General intelligence, objectively determined and measured* (1904). Él inventó la técnica de análisis factorial

que, para calcular la herencia de este tipo de factores, era recomendable utilizar el análisis de varianza poblacional de Ronald Fisher (1918).

El objetivo era demostrar que independientemente del ambiente (tipo de hogar), había una correlación entre estatus socioeconómico y puntuación en IQ. Ambos, Burt y Jensen, compartían el objetivo de identificar a todos los niños “brillantes” en cualquier nivel socioeconómico y establecer una “meritocracia” mediante un tipo de educación “selectiva” (Fancher, 1985). Jensen, por ejemplo, planteaba su desacuerdo respecto del hecho de que se invirtieran los esfuerzos educativos en aumentar el logro académico de los niños en desventaja, como era el caso para la mayoría de “los negros”. En la misma línea de argumentación de Burt, pensaba que era mejor tener herramientas para reconocer las capacidades naturales de los niños más inteligentes, por lo que propuso que sería útil basarse en el IQ ya que, según él, esta medida “predice el desenvolvimiento escolar” mejor que cualquier otro atributo medible de un niño.

Jensen estableció las bases para pensar en una clasificación natural de los estratos sociales en la cual estarían, de forma consecuente, también correlacionadas las concepciones de raza de la época. Así, él sostuvo que era posible igualar esa concepción de inteligencia con “logro o estatus en la esfera ocupacional” y la redefinió como la probabilidad de rendimiento/desenvolvimiento aceptable dada la oportunidad en trabajos en los que varía el status social (Jensen, 1969, p.15). El logro o “verdadero mérito”, dada la igualdad de oportunidades, actuaba como la base del “proceso natural de selección” en el ámbito laboral y dado que consideraba la inteligencia como una entidad medible mediante las pruebas de IQ, le dio a este comportamiento el estatus de un fenotipo que podía tratarse como un carácter numérico continuo, como la altura, con valores entre 0 y 1. La inteligencia, definida de esta manera, permitiría determinar su heredabilidad (Jensen, 1969, p.17) además de que con esta definición se cumpliría completamente el criterio científico común para ser concebida como una realidad objetiva como la de los átomos, genes o campos electromagnéticos; esto es, como “una realidad biológica y no una invención de convención social” (Jensen, 1969, pp.19-20).

Mediante esta última concepción de inteligencia, Jensen buscaba demostrar que las puntuaciones numéricas o “IQ’s” de las pruebas de inteligencia estaban normalmente distribuidas en las poblaciones. Con este objetivo, reestandarizó las pruebas de IQ arreglando de manera arbitraria el IQ promedio de cada edad a 100 y definiendo el IQ como una variable que se distribuye normalmente con una media de 100 y una desviación estándar de 15 puntos.³ Esto le permitía, por un lado, mostrar que la inteligencia en sí misma (y no sólo el IQ) estaba “normalmente distribuida”

con el propósito de “determinar positivamente todas las tendencias psicológicas y, en particular, esas que conectan a las llamadas ‘pruebas mentales’ con actividades físicas de mayor generalidad e interés (Gould, 1985, p.264). Spearman tenía el propósito de encontrar “uniformidades funcionales” entre diferentes actividades mentales que eran evaluadas mediante correlaciones entre las diferentes pruebas psicométricas, lo que demostraría la existencia de g.

³ La desviación estándar es un índice de la cantidad de dispersión de puntos; en la distribución normal, 99.7% de los puntos cae dentro de +/- 3 desviaciones estándar de la media, por ejemplo +/- 45 puntos de IQ.

en las poblaciones y, por tanto, en la naturaleza y, por otro, que esta distribución real, representada en una escala de intervalos, pudiera ser entendida en términos de varianza poblacional (V_p).

Las diferentes expresiones fenotípicas corresponderían, siguiendo a Jensen, a las diferentes puntuaciones en IQ de valores que van desde 50, que correspondía a la inteligencia de un débil mental, hasta 150, que correspondía a la inteligencia de un genio o superdotado. La inteligencia promedio correspondería a una puntuación de 100 en las pruebas IQ y representaría la norma poblacional. De manera general, a partir de los trabajos de Burt y Jensen, entre los años cincuenta y setenta, se definió la inteligencia en términos de la genética cuantitativa como un tipo de carácter poligénico que era el 80% heredable. Las clasificaciones más sobresalientes en esta época fueron la del blanco, con una inteligencia normal por una puntuación de 100 en las pruebas de IQ, y la del negro, con una inteligencia desviada por una puntuación de 85 en las pruebas de IQ, una desviación estándar abajo del blanco en la distribución normal "real" de la inteligencia como un fenotipo o carácter cuantitativo.

4. EXPLICACIONES

El caso de la debilidad mental, como fue caracterizado entre los años 1900 y los treinta, ha sido uno de los más debatidos por distintas razones: por el contexto eugenésico en el que fue planteado, por la manipulación de las explicaciones hereditarias que se tenían a la mano en ese momento y por el papel de las pruebas para medir inteligencia (Kevles, 1985, 1993; Proctor, 1992; Kay, 1993). La clasificación de los débiles mentales propició, entre otras cosas, el desarrollo de políticas de esterilización que fueron criticadas más tarde como discriminatorias. La investigación guiada por este tipo de intereses, junto con la subsiguiente implementación de las mencionadas políticas eugenésicas, hizo surgir numerosas críticas contra las teorías que sostenían dichas prácticas, como la de la herencia mendeliana.

Lo anterior dio lugar a discusiones entre los principales teóricos evolutivos del momento: Charles Davenport, Edward M. East, el genetista inglés Reginald Punnett, y el eugenetista y genetista inglés Ronald Fisher. Todos ellos, en colaboración, estaban calculando el tiempo en el que el alelo recesivo de la debilidad mental y de otros alelos que se comportan igual, como el del alcoholismo o el de los criminales, se fijaría en una población. Punnett calculó que más del diez por ciento de la población llevaba el gen de la debilidad mental y, con la ayuda de Godfrey H. Hardy, también estimó la tasa a la cual la población podría ser liberada del defecto mental mediante una política de segregación o esterilización del afectado (Paul, 1998, p.121). Los resultados no eran favorables ya que, aun evitando que los débiles mentales se reprodujesen, la población sólo disminuiría de 1 en 100 a 1 en 1000 en 22 generaciones. Lo que significaba que les tomaría más de 8 mil años para que los números se redujeran a 1 en 100 000; con esto Punnett concluyó que la segregación eugénica no sería útil.

Este tipo de resultados motivaron a muchos investigadores a buscar nuevas

explicaciones hereditarias sobre este tipo de capacidades, así como a proponer que se evitara utilizar las explicaciones mendelianas por ser discriminatorias (Roll-Hansen, 1988). Thomas Hunt Morgan, por ejemplo, renunció al comité de reproducción animal de la Asociación Americana de Genética por considerar que había una mala dirección de la propaganda eugenésica que se había dispersado por algunos de sus miembros. Para este momento ya se conocía otro tipo de caracteres, como los cuantitativos, en los que no había una relación uno a uno entre el genotipo y el fenotipo y se empezó a pensar que, seguramente, los caracteres correspondientes a las capacidades y habilidades humanas eran de este tipo.

Por otro lado, en cuanto a las pruebas de IQ, también se había desarrollado una serie de críticas en relación al papel discriminatorio y esencialista de éstas. Walter Lippmann, en un debate que estableció con Terman en 1922, criticaba muchos de los supuestos establecidos por estos investigadores cuando se referían a una supuesta naturaleza de la inteligencia. Lippmann recalca que quienes aceptaban las pruebas psicométricas ni siquiera tenían una definición clara de "edad mental". Lippmann, en cambio, consideraba que las pruebas de IQ eran como una regla inventada para medir inteligencia. Además, agregaba que estas pruebas sólo estaban midiendo un tipo de habilidad: la de una persona que es muy buena resolviendo acertijos del periódico. Igualmente, resaltaba que esta vara de medición no tenía mucho sentido, pues no se sabía casi nada sobre la naturaleza de la inteligencia y, a diferencia de la altura o el peso, ésta no era una abstracción sino una noción extremadamente complicada (Lippmann, 1922, p.9), noción que, continuaba Lippmann, había sido definida a partir del sentido común y la experiencia de quien desarrolla las pruebas.

De fondo, la crítica de Lippmann mostraba que las bases teóricas que justificaban la utilización de las pruebas de IQ para medir inteligencia no estaban bien fundamentadas ya que él reclamaba que era necesario demostrar: si realmente las pruebas medían inteligencia y si los niños en observación eran una muestra suficientemente grande como para que las conclusiones que se hicieran a partir de ésta permitieran probar que esta medida de la inteligencia respondía a un comportamiento típico. Él estaba convencido de que este tipo de pruebas psicométricas simplemente acomodaban a un grupo de personas en una escala del mejor al peor, dependiendo de su capacidad para resolver ciertos acertijos elegidos arbitrariamente. Por estas razones, Lippmann concluía que una prueba de inteligencia era simplemente un instrumento para clasificar a un grupo de gente y no una medida de inteligencia.

El problema que resalta Lippmann, al haber aceptado este tipo de explicaciones, estaba en que a partir de éstas se había aceptado por "analogía" que todo tipo de desviaciones de la inteligencia promedio estaban determinadas por la herencia y que las pruebas podían medirlas. En contra de esto, Lippmann exigía que, cada vez que se tuviera la sospecha de que este tipo de comportamientos desviados eran heredables, se deberían de hacer las investigaciones necesarias para demostrarlo. Este tipo de explicaciones por analogía eran bastante comunes en la época, pues la genética mendeliana, incluyendo su síntesis con la citología (la teoría cro-

mosómica de la herencia), era aceptada como biología de punta, esto es: “como un conjunto de prácticas y teorías que podían ser expandidas con la misma precisión cuantitativa y experimental que la de las teorías en las ciencias físicas” (Adams, Allen y Weiss, 2005, p.235). Generalmente, se asumía que la similitud superficial en los patrones de herencia entre dos especies distintas implicaba similitud en causalidad genética. Precisamente, el caso de la debilidad mental, que era explicado como causado por un gen mendeliano recesivo, se explicaba por analogía con el caso de la heredabilidad de la cresta del gallo, que se había demostrado que era causada por un gen mendeliano recesivo (Adams, Allen y Weiss, 2005, p.235).

Asimismo, las principales críticas que fueron planteadas a las investigaciones de Burt y Jensen se encuentran concentradas, principalmente, en los trabajos de los investigadores norteamericanos: Leon Kamin, quien cuestionó públicamente el trabajo de Burt en *The Science and Politics of IQ* (1974); Marcus W. Feldman y Richard Lewontin, quienes pusieron en duda la utilidad de la genética cuantitativa para conocer la heredabilidad del IQ en *The Heritability Hang Up* (1975); Ned J. Block y Gerald Dworkin, quienes hacen un análisis más conceptual en *The IQ Controversy* (1976) y Stephen J. Gould en *The Mismeasure of Man* (1981), quien criticó la manipulación de los datos al hacer los análisis de correlación y la reificación de la inteligencia en términos de IQ.

El trabajo de Burt es uno de los más controversiales hasta la fecha. Kamin fue, precisamente, uno de los primeros en hacer público un análisis crítico de la metodología de Burt. Su crítica llegó a dos conclusiones principales: (1) que no existen datos que lleven a una persona prudente a aceptar la hipótesis de que las puntuaciones de los tests de IQ son heredables en cualquier grado y (2) que las pruebas de IQ “han servido como instrumento de opresión contra los pobres, revistiéndose con el manto de la ciencia y no con el de la política” (Kamin, 1974, p.5). Kamin aseguraba que, para que el trabajo de Burt fuera aceptado, era necesario tener una visión de la sociedad en la que se sostuviera “la creencia de que los de abajo son víctimas genéticamente inferiores de sus propios defectos inmutables”. Kamin, interesado en un inicio en la posición hereditaria de Burt respecto de la educación, llegó a estas conclusiones después de haber examinado detalladamente su trabajo. Al poner en duda la evidencia empírica que justificaba los resultados de Burt, Kamin sostenía que las pruebas psicométricas, desde que fueron introducidas en Estados Unidos, sólo habían servido para demostrar que los pobres, los extranjeros y las minorías raciales eran débiles mentales.

Feldman y Lewontin criticaron específicamente las afirmaciones sostenidas por Jensen. Uno de los principales problemas que encontraron en el trabajo de Jensen fue que no se había demostrado en ningún momento la causalidad implicada en las explicaciones de la genética cuantitativa humana. Sus análisis mostraron que utilizar la genética cuantitativa para modelar los patrones de herencia de un carácter como la inteligencia es una estrategia equivocada. Para ellos, no es posible demostrar ningún tipo de causalidad debido a que: (1) las técnicas estadísticas utilizadas para comprender la distribución normal del IQ en las poblaciones son del tipo de metodologías que no implican en sí mismas causalidad, (2) las pruebas de IQ no

son numéricas en sí mismas y (3) se está midiendo un carácter que en sí mismo no es medible. Por estas razones, ellos enfatizaron la necesidad de distinguir entre “esos problemas que son por naturaleza numéricos y estadísticos, de esos en los cuales la manipulación numérica es una mera metodología” (Feldman y Lewontin, 1975, p.1167).

Además, los investigadores destacan que tanto el análisis de varianza como la genética cuantitativa son técnicas que se enfrentan al problema de dividir las múltiples causas de los fenómenos observados y que, para el caso de la inteligencia humana, la verdadera cadena física de causalidad de cada evento individual no se puede distinguir. En un análisis de varianza, la varianza total de las puntuaciones en IQ en una población distribuida normalmente puede ser dividida en: una varianza causada ambientalmente, producto de la variación en la experiencia de vida de los individuos; una varianza genética, originada de la variación en herencia entre los individuos; una varianza de la interacción genotipo-ambiente, reflejada en la carencia de adición de desviaciones genéticas y ambientales y una varianza de error, debida a las variaciones sin control en los procedimientos de prueba y accidentes del desarrollo que no pueden ser relacionados con variables ambientales. Feldman y Lewontin sostienen que es imposible hacer esta partición de causas para el caso de la inteligencia y consideran que Jensen sólo está tomando en cuenta las distribuciones de puntuaciones de IQ en una población en lugar de los efectos causales debidos a caracteres cuantitativos.

Feldman y Lewontin explican que en los análisis de Jensen no está clara la distinción que debe existir entre la varianza genética, dependiente de la distribución de los ambientes, y la varianza ambiental, dependiente de la distribución de genotipos. La varianza ambiental depende de la distribución genotípica y la varianza genotípica depende de la varianza ambiental, lo que se representa por la norma de reacción de un carácter. Esta interdependencia es la que no se conoce para el caso del IQ, ya que la variación genotípica “real” y la distribución ambiental “real” son desconocidas. Por tanto, no es posible predecir si un cambio ambiental produce un cambio en la variación total. Además, ellos resaltan que, aun cuando el modelo fuera utilizado correctamente, éste no podría ser útil para modelar la heredabilidad de caracteres humanos como la inteligencia, debido a que no es posible la manipulación del ambiente con el fin de eliminar las correlaciones ambientales entre parientes que se podrían confundir con las correlaciones genéticas.

En cuanto a las críticas de Gould, él también cuestiona la idea común que se tiene de pensar que los análisis estadísticos pudieran implicar causalidad; en particular, se enfoca en los trabajos de Burt para demostrar la existencia del factor general de la inteligencia, g (como se define adelante). Gould evidencia que dos de las reificaciones más problemáticas en este tipo de análisis surgen: (1) cuando al definir inteligencia, este concepto o cualidad se identifica como una *cosa*, con un lugar en el cerebro y un grado determinado de heredabilidad, que puede ser medida por un único número, permitiendo así que se haga una jerarquía unilineal entre la gente de acuerdo con la cantidad de esta *cosa* que posea la gente (Gould, 1981, p.239), y (2) del análisis factorial que define al factor general de la inteligencia g ,

a partir del cual se busca cuantificar lo que hay en común entre los resultados de todas las pruebas de inteligencia. Esta reificación se da en el primer componente principal, o eje, que se utiliza para reducir la complejidad de las correlaciones en el análisis factorial y es considerado, también, como una *cosa* con realidad física (Gould, 1981, pp.250-252). Este error, resalta Gould, fue cometido por Spearman desde que le dio a *g* una interpretación causal sin ambigüedad.

En las afirmaciones planteadas en *The Bell Curve* es donde se puede ver claramente la influencia de las ideas hereditarias de Jensen e, implícitamente, de Burt. Como vimos en la introducción a este capítulo, las conclusiones planteadas en este libro legitiman las desigualdades socioeconómicas correlacionadas con puntuaciones de IQ y las diferencias raciales. De acuerdo con Lewontin, Rose y Kamin (1991) y el historiador de la ciencia Daniel Kevles (Kevles, 1985; 1993), el momento en que se publica este libro fue crucial, pues coincide con un cambio de ambiente sociopolítico en la cultura angloamericana (Lewontin, Rose y Kamin, 1991). Por mucho tiempo, después de las consecuencias de la Segunda Guerra Mundial, se había asumido que la causa principal de la patología social era la crianza y no la naturaleza. Pero con el establecimiento en la década los ochenta de los nuevos gobiernos conservadores, Margaret Thatcher en Inglaterra y Ronald Reagan en Estados Unidos, se reintrodujo de nuevo la idea de que la pobreza y la proliferación de los pobres estaba llevando a la degeneración de estos países. Este hecho permitió que fueran tan bien recibidas las afirmaciones sostenidas en *The Bell Curve*.

También, en reacción a la publicación de este libro, en 1996 se organizó una reunión por el Consejo de Asuntos Científicos (Board of Scientific Affairs, BSA) de la Asociación Psicológica Americana (American Psychological Association, APA) con el fin de aclarar muchos de los aspectos de fondo que se asumían en esta publicación. Dos puntos destacables de esta reunión fueron que: 1) a diferencia de la versión poblacional característica de la línea de la inteligencia general, que busca conocer las causas de las diferencias en el comportamiento inteligente, se resaltó la importancia de enfocar la investigación a un nivel más individual, dando pie a la posibilidad de pensar en múltiples tipos de inteligencias, y 2) a diferencia de la idea de que existe una sola definición de inteligencia, se reconoció que hay una gran variedad de conceptos que podrían definir este comportamiento.

En cuanto al primer punto, se afirmó que los individuos difieren en “la habilidad para entender ideas complejas, para adaptarse efectivamente al ambiente, para aprender de la experiencia, para involucrarse en diferentes formas de razonamiento, para sobrellevar obstáculos mediante el pensamiento” (Neisser *et al.*, 1996, p.77). Esto, a grandes rasgos, nos da la idea de que la inteligencia es dependiente del contexto, ya que se reconoció que ésta varía en cada persona en diferentes ocasiones, en diferentes dominios y al ser juzgada por diferentes criterios. Sobre el segundo punto, uno de los aspectos más sobresalientes reside en las dificultades que se encontraron al intentar definir la inteligencia. Se concluyó que hay distintos conceptos de inteligencia, los cuales reflejan los intentos por esclarecer y organizar un conjunto complejo de fenómenos que caracterizan a la inteligencia, y que estas diferentes definiciones de inteligencia no podían ser capturadas por las pruebas

psicométricas. Para llegar a estos dos puntos fueron considerados aspectos como el papel de la cultura al establecer diferentes concepciones de inteligencia y al influir la adquisición de habilidades intelectuales, puntos que la perspectiva de la inteligencia general toma como secundarios, si es que los considera en algún sentido relevante.

Finalmente, es interesante mencionar que recientemente se ha observado que el promedio de los resultados de las pruebas de IQ ha aumentado de una generación a otra durante el siglo XX. Esto ha hecho que se hayan tenido que re-normalizar las pruebas para seguir manteniendo el promedio en 100. A este fenómeno se le conoce como el efecto Flynn, nombrado así por el profesor neozelandés en estudios políticos James Flynn. Entre sus hipótesis, Flynn propone que este efecto podría deberse a que somos cada vez más inteligentes que nuestros padres o, tal vez, a que en algunos casos las pruebas de IQ no son una buena medida de la inteligencia. Tomando como base el efecto Flynn, en *What is Intelligence? Beyond the Flynn Effect* (2007), este investigador desarrolló una teoría en contra de la inteligencia general. Por un lado, refuerza la idea de que los incrementos en IQ son señal de que las pruebas de IQ no miden inteligencia, sino un tipo de “habilidad abstracta de resolución de problemas” y, por el otro, muestra que este aumento es debido a cambios ambientales, resultado de la modernización, el tipo de trabajos que demandan más habilidades intelectuales, un mayor uso de tecnología y la formación de familias cada vez más pequeñas. Flynn explica que, dados estos cambios ambientales, una porción más grande de gente está más acostumbrada a manipular conceptos abstractos como hipótesis y categorías, provocando así un aumento progresivo en las puntuaciones de IQ.

5. ESPECTRO

En México, la historia sobre el uso de las pruebas mentales no es tan conocida pero sí es de preocuparse el que se olvide una y otra vez el significado y la historia que hay detrás de la medida de IQ. El acercamiento psicométrico sigue siendo uno de los más utilizados en la práctica, ya que permite clasificar de manera sencilla los grados de cociente o coeficiente intelectual de un individuo en una población pero, generalmente, su uso se acompaña de explicaciones hereditarias incorrectas. Por ejemplo, el Cedat explica sobre las causas de la sobredotación que:

Investigaciones antropométricas y genéticas realizadas desde el siglo XIX por Sir Francis Galton, posteriormente por Lewis Terman en el siglo XIX y recientemente por Richard Lynn han demostrado el amplio peso de la heredabilidad de la inteligencia. Aunque la sobredotación tiene relación con una serie de mutaciones en el BDNF (gen encargado de la plasticidad cerebral) y de un conjunto de cambios en la velocidad de conducción neuronal y de transmisión de señales intracelulares, estos solamente son encargados de aproximadamente un 50 % del desarrollo intelectual del sobredotado. El resto de este desarrollo depende de la estimulación ambiental y, por lo tanto, a pesar de ser heredable la sobredotación, ésta es susceptible de perderse por la falta de una atención especial. (Cedat, 2013)

En esta cita es evidente ese mal uso que se le ha dado a las pruebas psicométricas sosteniendo que la inteligencia, definida mediante las pruebas de IQ, es 50 % heredable y 50 % ambiental. Como hemos visto, la genética cuantitativa no es útil para modelar la heredabilidad de caracteres como la inteligencia o puntuaciones en IQ. Sin embargo, el argumento que el Cedat da en esta cita parece ser útil, por un lado, para justificar la existencia del niño superdotado y, por el otro, para pedir apoyo y fomentar “el ambiente” de éste. Esta justificación, que es permitida al reificar la inteligencia y volverla medible y manipulable, es un tanto peligrosa en países como México en los que, precisamente, los problemas de educación son bastantes graves. Una de las consecuencias que se derivan directamente de este supuesto es que al aceptar que hay niños superdotados, se pueden abstraer igualmente las discapacidades intelectuales. Si lo anterior sucediera, como en Estados Unidos e Inglaterra, se daría pie a justificar un tipo de educación en la que se invierta dinero únicamente en descubrir el tipo de inteligencia que los individuos de la población mexicana tienen y crear programas especiales para las distintas necesidades de las diferentes clases de inteligencias definidas.

Esta constante referencia a las bases biológicas para problemas tan complejos como lo son el de la inteligencia y la educación es una estrategia biopolítica que, de acuerdo con Michel Foucault (1982; 2000), permite la sustitución de responsabilidades entre el sujeto y el Estado. La relación poder/saber en el ámbito de lo humano permite que el ser humano se deslinde de responsabilidades como sujeto de acción y así, sumergidos en una política de miedo, la ciencia, como autoridad, pueda desarrollar los mecanismos de seguridad y control social. Esto es, en lugar de pensar a los individuos como sujetos capaces de ser educables y desarrollar programas para el fomento de su educación, se estarían fomentando programas para tipos de inteligencias determinadas biológicamente.

Esta justificación es la que ha permitido que se conserve durante tanto tiempo la correlación entre raza, clase y tipo de inteligencia, como en la reciente publicación de Richwine en Harvard, sosteniendo que “los hispanos” tienen un IQ promedio inferior al de la población “blanca” y que, en consecuencia, no se debería de permitir su migración asumiendo que no sería posible educarlos de cualquier manera. El escándalo desatado con respecto a la publicación de Richwine responde precisamente al acto de haber ignorado la historia que hay detrás pues, además del problema en torno a asumir un concepto de raza biológico, como ha demostrado Flynn (2007), en muchos países se han tenido que volver a estandarizar las medias de las puntuaciones de IQ. Esto debido a que los llamados “hispanos”, y otros grupos que habían sido discriminados con las mismas bases, han subido sus puntuaciones y los llamados “blancos” las han bajado, modificando a su vez las correlaciones. Por ejemplo, en el caso de los países nórdicos Flynn observó esta disminución en puntuación de IQ y explicó que es debida a un desinterés por la educación académica especializada ya que a la larga los salarios no parecen remunerar el esfuerzo invertido como sí es el caso con carreras técnicas. De esta manera, se tendrían grupos de gente “blanca” que son obreros y, por su salario, de clase alta.

En México, ya desde los años veinte se había intentado utilizar las pruebas para medir inteligencia pero no fueron exitosos pues existía el miedo a declarar públicamente que el cociente intelectual de la población se encontraba por debajo de la media. Entre estos experimentos podemos encontrar el trabajo de Rafael Santamarina quien realizó la primera traducción y adaptación de las pruebas Binet-Simon a escolares mexicanos (Colota, 1984, p.165). Santamarina clasificó a los niños con baja puntuación como “anormales psíquicos y anormales verdaderos” (Gutiérrez, 2009, p.79). Precisamente, estos resultados fueron presentados en el Primer Congreso Mexicano del Niño en 1921, congreso que marcó la institucionalización de la eugenesia en México (Stepan, 1991).

Entre 1923 y 1925 se intentó estandarizar las pruebas para medir inteligencia Stanford-Binet para la población mexicana. David Pablo Boder estuvo a cargo de la segunda investigación, quien afirma que la estandarización no fue posible pero los datos podrían ser útiles y el uso de las pruebas, sugiere cautelosamente, queda al criterio de los profesores en el salón de clases (Boder y Reyes, 1925, pp.5-6). Boder explica que fue necesario bajar la medida estándar de la inteligencia para abarcar los casos con un IQ desde 85 hasta 110, pues la mayor parte de los “adultos normales” probados fallaron la prueba. Asimismo, recomienda que sean modificados los nombres para las clasificaciones que Terman había designado y, en lugar de estos, utilizar letras pues sería muy riesgoso enfatizar que la puntuación de 80 a 90, que resultó la media de la muestra, está definida como “torpeza, raras veces clasificable como debilidad mental” (Boder, Reyes y Deutsch, 1925, pp.132-133).

Más tarde, entre los años treinta y sesenta, aunque el cociente intelectual de la población mexicana no fue estandarizado, se estandarizó el uso de los diferentes tipos de pruebas mentales por criminólogos reconocidos como José Gómez Robleda (Stern, 2000). Este investigador determinó los tipos “proletario” (Gómez Robleda, 1937) e “indígena” (Gómez-Robleda, 1943) mediante sus investigaciones biotipológicas. En lugar de una explicación hereditaria, Gómez-Robleda reificó a las personas como organismos biológicos y tipificó las clases sociales mediante sus estudios fisiológicos y antropométricos de la mente. En sus trabajos determinó que la causa de la falla de las diversas reformas educativas era el desconocimiento de las características somáticas y funcionales de los escolares. A diferencia de Santamarina y Boder, Gómez Robleda biologizó el problema de la educación y no tuvo problema con publicar las deficiencias de los tipos indígena y proletario.

Hoy en día, los datos que la OCDE publica sobre el nivel educativo de la población mexicana estarían mostrando indirectamente que el problema, de cierta forma, se ha mantenido durante todo el siglo XX. Al igual que en Estados Unidos, la correlación entre una puntuación en IQ baja, o un nivel educativo bajo, y la clase, o pobreza, se mantiene en México. La educación pública no es valorada en el país y ejemplo de esto es que, a pesar de que sea uno de los que reparte más dinero del PIB para ésta, se permitan tanto el desvío de fondos como el descuido en la contratación de especialistas. En este sentido, cuando sabemos que las explicaciones biológicas sobre la heredabilidad del cociente intelectual son incorrectas, el dato sobre el bajo nivel educativo del país y sobre las puntuaciones de IQ por debajo

de la media sigue siendo preocupante y se pueden establecer un sin fin de nuevas preguntas que la biología ya no puede responder directamente.

Ahora se ha modificado la línea recta que representaba inicialmente el papel de la biología en la sociedad y hemos obtenido una imagen mucho más compleja de la situación. Los detalles históricos y sociales sumamente significativos, que generalmente son ignorados al abstraer el conocimiento y representarlo de manera eficiente para el aprendizaje, nos muestran que la biología ha jugado un rol fundamental, no sólo desarrollando conocimiento en genética, sino también creando y participando en políticas eugenésicas para el control de las poblaciones humanas. Analizar al problema de la inteligencia desde una perspectiva biológica permite ampliar su espectro y mostrar, como en este caso, que su estudio va ligado a la situación de la educación y que esta última compromete toda una serie de problemas económicos, políticos, históricos, antropológicos, psicológicos, etc. De esta manera, la pregunta inicial ¿qué es la inteligencia? queda modificada y una nueva cuestión sobresaliente es ¿por qué en México se fomenta el mantener a la población sin educación básica?, o dicho en términos de los científicos interesados en el uso de pruebas de IQ y su explicación biológica, ¿por qué en México se busca mantener una meritocracia y, en consecuencia, una clase obrera?

6. PERSPECTIVAS

La labor de complejizar la imagen que tenemos sobre la biología en el salón de clases parece ahora más relevante. El caso de la inteligencia y educación no es el único que concierne a este salón de clases. Directamente relacionado con la historia del IQ fueron discutidos los problemas sobre los conceptos de raza biológica y clase social, ya que se asumía que estas también eran fijas y, por lo mismo, podían justificar las correlaciones con las distintas puntuaciones de IQ. Igualmente, en temas sobre migración este concepto es sumamente relevante; precisamente, Richwine fue criticado por su uso del concepto “hispano” (Matthews, 2013) que forma parte de su categoría “Unlawful Immigrant Population” (Rector y Richwine, 2013, p.2). Esta categoría está contenida por un 77% de hispanos ilegales de Norteamérica y Sudamérica, de los cuales el 60% son mexicanos.

Este tipo de clasificaciones, así como las tipologías “indígena” y “proletaria” de Gómez Robleda, juegan hoy un papel fundamental en investigaciones como el Proyecto de Diversidad Genómica de los Mexicanos (PDGM), los estudios de antropología forense (mediante la identificación de DNA de restos humanos), el conceptualizar a la diversidad cultural como diversidad biológica en capital natural de México entre muchos otros ejemplos que podríamos encontrar, en los que mediante diferentes tecnologías se objetiva al sujeto como objeto de estudio de la biología. De nuevo surgen más preguntas como ¿qué es hispano, mexicano, indígena, proletario? y ¿qué y hasta dónde puede responder la biología?

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, M., Allen, G. y Weiss, S., 2005. Human Heredity and Politics: A Comparative Institutional Study of the Eugenics Record Office at Cold Spring Harbor (United States), the Kaiser Wilhelm Institute for Anthropology, Human Heredity, and Eugenics (Germany), and Maxim Gorky Medical Institute (USSR). *Osiris*, 20, pp.232-262.
- Animal Político, 2013. Detienen a Elba E. Gordillo por desvío de recursos del SNTE, *Animal Político*, febrero. Disponible en: <http://www.animalpolitico.com/2013/02/arrestan-a-elba-esther-gordillo-por-desvio-de-recursos-del-snte/#axzz30HCQej> [consultado el 13 de abril de 2014].
- Aristegui Noticias, 2014. SEP mantuvo pago a Elba Esther, después de ser detenida, *Aristegui Noticias*, 9 de enero. Disponible en: <http://aristeguinoticias.com/0901/mexico/sep-mantuvo-pago-a-elba-esther-despues-de-ser-detenida/> [consultada el 22 de abril de 2014].
- Binet, A. y Simon, T., 1905. Sur la nécessité d'établir un diagnostic scientifique des états inférieurs de l'intelligence. *Année Psychologique*, 11, pp.163-190.
- Block, N. y Dworkin, G., 1976. *The IQ Controversy*. Nueva York: Library of Congress Cataloging in Publication Data.
- Boder, D., Reyes, M. y Deutsch, M., 1925, *La B-S-T-M. La escala Binet-Simon-Terman en su adaptación provisional para México*. 2a. edición. México: Talleres Gráficos de la Nación.
- Burt, C., 1957. The Inheritance of Mental Ability. *American Psychologist*, 13, pp.1-15.
- Cámara de Diputados, 2013. En la OCDE, México ocupa el último lugar en nivel educativo por falta de programas académicos. México: Histórico Comunicación Social. Boletín núm. 1924.
- Cedat, 2013. *Inicio* [online] Disponible en: <http://www.cedat.com.mx/CEDAT.html> [consultado el 20 de abril de 2014].
- Colota, V., 1984. Rafael Santamarina y los orígenes de la psicometría en México. *Revista de Historia de la Psicología*. 5, (4), pp.101-189.
- Fancher, R. E., 1985. *The intelligence men: Makers of the IQ controversy*. Nueva York: W. W. Norton & Company.
- Feldman, M. y Lewontin, R., 1975. The Heritability hang-up. *Science*, 190, pp.1163-1168.
- Fisher, R., 1918. The Correlation between Relatives on the Supposition of Mendelian Inheritance. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 52, pp.399-433.
- Flynn, J., 2007. *What is Intelligence? Beyond the Flynn Effect*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Foucault, M., 2000. *Los anormales*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Foucault, M., 1982. The subject and the power. En Dreyfus, H. y Rabinow, P., *Michael Foucault. Beyond Structuralism and Hermeneutics*. Brighton: The Harvester Press Limited.
- Galton, F., [1869] 2006. *Hereditary Genius*. Nueva York: Prometheus Books.
- Gómez-Robleda, J., 1943. *Pescadores y campesinos tarascos*. México: SEP.
- Gómez-Robleda, J., 1937. *Características biológicas de los escolares proletarios*. México: SEP.
- Goddard, H., 1913. *The Kallikak Family: A Study in the Heredity of Feeble-Mindedness*. [online] Toronto: York University, C. Green. Disponible en: <http://psychclassics.yorku.ca/Goddard/index.htm> [consultado el 22 de abril de 2014].
- Goddard, H., 1927. Who Is a Moron? *The Scientific Monthly*, 24(1), pp.41-46.
- Gould, S. J., 1985. *The Mismeasure of Man*. Nueva York: Norton and Company.

- Gutiérrez, M. C., 2009. El modelo sicomédico: un legado de la medicina y la psicología para la educación especial. La construcción de un discurso hegemónico en 1921. México: Dialnet.
- Herrnstein, R. J. y Murray, C., 1994. *The Bell Curve: Intelligence and Class Structure in American Life*. Nueva York: Free Press.
- Jensen, A., 1969. How much can we boost IQ and scholastic achievement? *Environment, Heredity, and Intelligence*. Cambridge: Harvard Educational Review.
- Kamin, L., 1974. *The Science and Politics of IQ*. Nueva York: John Wiley & Sons.
- Kay, L. E., 1993. *The Molecular Vision of Life*. Nueva York: Oxford University Press.
- Kevles, D., 1985. *In The Name of Eugenics, genetics and uses of human heredity*. Berkeley: University of California Press.
- Kevles, D., 1993. Is the Past Prologue? Eugenics and the Human Genome Project. *Contention*, 2(3), pp.21-37.
- Levins, R., 2006. Strategies of abstraction. *Biology & Philosophy*, 21, pp.741-755.
- Lewontin, R., Rose, E., y Kamin, L., 1991. *No está en los genes. Racismo, genética e ideología*. México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.
- Lippmann, W., [1916] 1976. The Lippmann–Terman Debate. En Block, N. J. y Dworkin, G. (eds.), *The IQ Controversy*. Nueva York: Library of Congress Cataloging in Publication Data.
- Matthews, D., 2013. Jason Richwine doesn't understand why people are mad at him. *The Washington Post*, agosto 9.
- Neisser, U., Boodoo, G., Bouchard, T., Boykin, W., Brody, N., Stephen, C., Halpern, D., Loehlin, J., Perloff, R., Sternberg, R., y Urbina, S., 1996. Intelligence: Knowns and Unknowns. *American Psychologist*, 5(2), pp.77-101.
- OCDE, 2013. *Panorama de la educación 2013*. [pdf] OCDE. Disponible en: http://www.oecd.org/edu/Mexico_EAG2013%20Country%20note%20%28ESP%29.pdf [consultado el 18 de abril de 2014].
- Paul, D., 1984. Eugenics and the left. *Journal of History of Ideas*, 45, pp.567-590.
- Proctor, R., 1992. Genomics and Eugenics: How far is the comparison? En Annas, G. J. y Elias, S., *Gene Mapping: Using Law and Ethics as Guides*. Nueva York: Oxford University Press.
- Richwine, J., 2009. *IQ and Immigration Policy*. Tesis de doctorado, Department of Public Policy. Cambridge: Harvard University.
- Rector, R. y Richwine, J., 2013. *The Fiscal Cost of Unlawful Immigrants and Amnesty to the U.S. Taxpayer*. The Heritage Foundation. Washington: The Domestic Policy Studies Department.
- Roll-Hansen, N., 1988. The progress of eugenics: growth of knowledge and change in ideology. *History of Science*, 26(73), pp.295-331.
- Sánchez, C., 2014. Falta de estimulación acaba con niños genio. *El Universal*, enero 26. Disponible: <http://www.eluniversal.com.mx/nacion-mexico/2014/impreso/falta-de-estimulacion-acaba-con-ninios-genio-212562.html> [consultado el 18 de abril de 2014].
- Stepan, N., 1991. *The Hour of Eugenics: Race, Gender, and Nation in Latin America*. Nueva York: Cornell University Press.
- Stern, A., 2000. Mestizofilia, biotipología y eugenesia en el México posrevolucionario: Hacia una historia de la ciencia y el Estado, 1920-1960. *Relaciones*, invierno, XXI.

Terman, R., 1916. *The Uses of Intelligent Tests*. [online] Toronto: York University, C. Green.
Disponible en: <http://psychclassics.yorku.ca/Terman/terman1.htm> [consultado el 12 de abril de 2014].

Yerkes, R., 1920. *Army Mental Tests*. Nueva York: Henry Holt and Company.

EN TORNO AL ENTORNO: PENSAMIENTO AMBIENTAL Y LITERATURA

Mauricio Betancourt de la Parra*

[...] y quitarás piadoso tus sandalias
por no herir las piedras del camino.¹

Enrique González Martínez

El conocimiento es uno solo. Todo se interrelaciona. Un notable caso que lo enseña es el de una ideología que, surgida de la filosofía, del arte, un siglo y medio después de su nacimiento se entrelazó con la ciencia. Incluso, tras dicha fusión, esta rica mezcla de culturas, tiempo y ramas del saber se infundió, en mayor o menor grado, en una serie de luchas políticas y sociales del siglo XX, particularmente durante la segunda mitad de éste. La ideología a la que nos estamos refiriendo es el pensamiento ambiental. En este capítulo se estudiará sucintamente de qué manera el arte, la ciencia y la política formaron y conforman al ambientalismo,² centauro de siglos y mundos, esperanza del porvenir.

EL ROMANTICISMO

El pensamiento ambiental –más aún– el ambientalismo, tiene su origen en la literatura. No en la literatura en abstracto, sino en la literatura romántica (y evidentemente no en su acepción de amorosa, sino de perteneciente o relativa al romanticismo). Como bien se sabe, este movimiento nació y se desarrolló en Europa a finales del siglo XVIII (~1785 - ~1850), fundamentalmente en la Gran Bretaña y Alemania, y se propagó a través del continente, sobre todo por Francia y Rusia, y en menor grado por la península ibérica e Italia. El romanticismo fue una reacción burguesa contra la Revolución Industrial y el carácter empirista y materialista de la Ilustración. De la primera, a raíz de la gigantesca devastación sin precedentes del mundo

* Posgrado en Filosofía de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México. / mauriciobetan@hotmail.com

¹ Médico de profesión y poeta por vocación (Franco, 2004, p.289) mexicano. Estos versos forman parte del poema "Cuando sepas hallar una sonrisa" (1911).

² El pensamiento ambiental es el entendimiento por parte del hombre de la belleza y el valor de la naturaleza, y la reflexión sobre su papel dentro de ella. La diferencia entre el pensamiento ambiental y el ambientalismo radica en que, de una parte, éste es aquél hecho *praxis*; es decir, doctrina y pragmatismo, reflexión y acción. De otra, en que éste es aquél añadiéndosele su componente más importante: el carácter científico.

natural que causaron la industrialización y la urbanización en nombre de la modernidad; de la segunda, en virtud de que, de acuerdo con la visión romántica del mundo (religiosa –y también individualista y antropocéntrica), se cuestionaba que la realidad pudiera ser explicable solamente a través de lo percibido por los sentidos y por medio de la experiencia, sin tener que recurrir a la conciencia y a la inspiración, lo que resultaba inaceptable.

Para ampliar lo antes mencionado, resultará de gran utilidad incluir en nuestro capítulo palabras escritas por algunos autores románticos de la Gran Bretaña, Francia y Alemania. Comencemos con el romanticismo británico. Los autores de este periodo no se llamaron a sí mismos románticos; esa palabra fue inventada por historiadores ingleses medio siglo después (Greenblatt *et al.*, 2006, p. 1368). En esta literatura son características la espontaneidad, la glorificación de lo ordinario, la manifestación de impulsos sentimentales, el individualismo y el carácter alienante. Además, en ella se dota al entorno, al paisaje, de rasgos humanos: vida, pasión y expresividad (Greenblatt *et al.*, 2006, p.1373).

Siendo los románticos renegadores de la urbanización, debe resultar evidente que tomaran distancia de las ciudades, y que los escenarios de sus escritos se ubicaran en el mundo natural. Y, antes de dar paso a los primeros versos románticos, resulta pertinente hacer mención de lo siguiente: aun cuando aquí se esté escribiendo de la manera más general posible en torno a esta corriente artística, tal cosa como el *romanticismo británico*, o, para tal caso, el *romanticismo alemán, francés, latinoamericano*, etcétera, o, simple y llanamente, el romanticismo, como sucede con todo movimiento, en realidad no fue una corriente completamente consolidada y homogénea, en donde la visión del mundo de todos sus adeptos coincidiera plenamente. Obvio quizás, pero no comúnmente reconocido. De ahí que, por ejemplo, en el caso del romanticismo británico se hable de seis poetas que lo unificaron y le dieron forma, a saber: Wordsworth, Byron, Coleridge, Shelley, Keats y Blake, sin mencionar, *v. gr.*, que Byron despreciaba la poesía de Wordsworth, o que Keats y Shelley estaban en polos opuestos en cuanto a sus posturas filosóficas (Greenblatt *et al.*, 2006, p.1363). Dicho esto, leamos, pues, algunos versos del que quizás sea el poema más famoso de Wordsworth, “I wandered lonely as a cloud” [«Erraba solitario como una nube»] (1807):

I wandered lonely as a cloud / That floats on high o'er vales and hills, / When all at once I saw a crowd, / A host, of golden daffodils; / Beside the lake, beneath the trees, / Fluttering and dancing in the breeze. / ... A poet could not but be gay, / In such a jocund company: / ... when on my couch I lie / In vacant or in pensive mood, / They flash upon that inward eye / Which is the bliss of solitude; / And then my heart with pleasure fills, / And dances with the daffodils.³ (Wordsworth en Greenblatt *et al.*, 2006, p.1537)

³ Erraba solitario como una nube / Que flota en las alturas sobre valles y colinas, / Cuando de pronto vi una muchedumbre, / Una hueste de narcisos dorados; / Junto al lago, bajo los árboles, / estremeeciéndose y bailando en la brisa. / [...] Un poeta sólo podía estar alegre, / En tan jovial compañía: / [...] cuando reposo en mi lecho / Con humor ocioso o pensativo, / Vuelven con brillo súbito sobre ese ojo interior / Que es la felicidad de los solitarios; / Y mi alma se llena entonces de deleite, / y danza con los narcisos.

Trasciende los fines de este escrito hacer un análisis del poema. Además, éste habla por sí solo. Sin embargo, y adelantándonos un poco, es claro que, aparte del escenario bucólico en el que éste se desarrolla y de su sugestivo título que alude a su carácter individualista, introspectivo y alienante, el corazón de nuestro protagonista no se llena de placer sino hasta que, a través del recuerdo, el pensamiento, la inspiración y la conciencia, y también en *dichosa soledad*, los narcisos trascienden los sentidos y este, nuestro protagonista, y aquellos, los narcisos, se sincronizan, se vuelven uno: el individuo y el mundo natural se convierten en *la Naturaleza*. La tesis de que “la conciencia trasciende la experiencia”, esto es, que sólo en la mente del individuo, en el espíritu, se pueda volver asequible en su totalidad la materialidad del universo, y no a través de los sentidos, que no desvelan, sino que sólo muestran las apariencias superficiales de las cosas, es una de las concepciones fundamentales del idealismo, del romanticismo, del trascendentalismo (del que pronto hablaremos) y sí, incluso de la etapa inicial del pensamiento ambiental (mas no del ambientalismo).

Cuatro décadas más tarde, en Francia, Charles Baudelaire publicaría *Les Fleurs du Mal* [*Las flores del mal*], dentro del que figuran, entre muchos otros, poemas como “El albatros”, “El cisne”, “Los búhos” y “El paisaje”, todos ellos bucólicos y hablando en contra de la industrialización y la urbanización de “la modernidad”. Leamos, *v. gr.*, algunos versos de “El cisne”, poema también muy famoso:

[...]
 Un cygne qui s’était évadé de sa cage,
 Et, de ses pieds palmés frottant le pavé sec,
 Sur le sol raboteux traînait son blanc plumage.
 Près d’un ruisseau sans eau la bête ouvrant le bec
 Baignait nerveusement ses ailes dans la poudre,
 Et disait, le cœur plein de son beau lac natal:
 «Eau, quand donc pleuvras-tu? quand tonneras-tu, foudre?»
 [...] ⁴ (Baudelaire, 1999 [1857], p.137)

El poema es extraordinariamente sugestivo, de una sorprendente complejidad, y sobre él existe copiosa literatura interpretativa; de nuevo, la intención no es analizarlo, pero al menos sí comentar algunas ideas fundamentales sobre los versos transcritos. Baudelaire compara el proceso de modernización (entendida como destrucción) de París emprendido en la quinta década del siglo XIX con el agobiante y desconcertante sufrimiento, y la posterior muerte, de un cisne, símbolo poético de la belleza por antonomasia, tras llenarse éste del polvo urbano, secársele el arroyo, caminar en el concreto y agonizar de nostalgia por su modesto mundo que ya nunca será. Además, para Baudelaire, este cisne lleno de y rodeado por basura y que no tiene más remedio que arrastrarse en el empedrado, no es bello, ni puede serlo, sin su hogar. El mundo natural preserva su belleza en tanto siga

⁴ [...] / Un cisne que se había de su jaula escapado, / y, con sus pies palmados frotando el pavimento, / por el áspero suelo su plumaje arrastraba. / Junto a un arroyo seco, entreabierto su pico, / en el polvo bañaba sus alas, y decía, / el corazón henchido de su lago natal: / «¿Cuándo vas a llover, agua y tú a tronar, trueno?» / [...]

siendo un todo y no sea fragmentado, sobre todo por las funestas y poderosas ambiciones “modernizadoras” del hombre industrial urbanizado artificial. En los dos últimos versos citados, nuestro pobre animal recuerda su arroyo: la naturaleza es el recuerdo. Pero, resulta que para estar de nuevo en contacto con ella, hay que escapar a los sitios que el hombre no ha invadido con concreto: la naturaleza es el exilio. De ahí, se sigue la consecuencia lógica resultado de un par de ecuaciones entrelazadas: si la naturaleza es el exilio y la naturaleza es el recuerdo, luego el exilio es el recuerdo (qué magnífica manera, si se me permite decirlo, de enviarle a Victor Hugo –personaje que en ese entonces estaba exilado y al que se le dedica el poema– un mensaje de compañerismo y de lucha romántica). Por último, y adelantándonos una vez más, la situación del cisne se relaciona profundamente con unas palabras que el ambientalista estadounidense Aldo Leopold escribió un siglo después y en otro continente, en un texto llamado “Sobre el monumento a la paloma”. En éste, se cuenta la historia del monumento a la paloma pasajera, situado en el Parque Estatal de Wyalusing, Wisconsin, en donde hay una placa en la que se lee: “Dedicado a la última paloma pasajera de Wisconsin, cazada en Babcock, sept. 1899. Esta especie se extinguió a causa de la avaricia y la irreflexión del hombre”. Este monumento, dice Leopold, simboliza nuestro dolor, porque ningún hombre volverá a ver jamás a esta ave surcando el cielo. Aún viven hombres que recuerdan haberla visto en su juventud; muchos árboles viven que la recuerdan posándose sobre ellos. Estas aves permanecerán en los museos y en los libros, pero las palomas de libro no pueden desayunar en Minnesota, o aletear en el bosque, o cenar arándanos en Canadá; no conocen las estaciones, no sienten los besos del sol, ni el abrazo del viento y del tiempo. Vivirán para siempre al no vivir en lo absoluto (Leopold, 1989 [1949], pp.108-109).

Ahora, corresponde comentar unas líneas escritas por otro francés, a quien llamaremos *el más romántico de los ilustrados*: Jean-Jacques Rousseau. En su obra póstuma de 1782, *Les Rêveries du promeneur solitaire* [*Las ensoñaciones del paseante solitario*], el autor escribió:

I perceived the sky, a few stars, and a little verdure. This first sensation was a wonderful moment; I could still only feel myself through it. In that instant I was born to life, and it seemed to me that I filled with my frail existence all the objects I perceived. Entirely within the present I remembered nothing, I had no distinct notion of my individuality, not the least idea of what had just happened to me; I know neither who nor where I was: I felt neither hurt, nor fear, nor anxiety.⁵ (Rousseau en Josipovici, 2003, p.3)

En este fragmento romántico se representa a la belleza natural de una manera completamente idealizada, simbólica y religiosa, prístina y pura. De ahí que éste sea otro gran ejemplo que muestra la ideología de los precursores del ambientalismo.

⁵ [...] Percibí el cielo, algunas estrellas, y un poco de verdor. Esta primera sensación fue un momento maravilloso; Aún [*sic*] podía sólo sentirme a mí mismo a través de ella. En ese instante nací, y me pareció que llenaba con mi existencia frágil todos los objetos que percibí. Totalmente dentro del presente no recordaba nada, no tenía noción distinta alguna de mi individualidad, ni la menor idea sobre lo que acababa de sucederme; No [*sic*] sé quién era ni dónde estaba: No [*sic*] sentía ni dolor, ni miedo, ni ansiedad.

Inadvertidamente, los románticos eran “el Universo observándose a sí mismo” y lo único que querían era fundirse con la Naturaleza. De ahí la gran paradoja que fue el romanticismo: un querer ser individuo y Universo al mismo tiempo; querer describir la “physis” a través de un lenguaje “natural” (literalmente natural), desadaptado, no hijo de lo convenido y de la norma. También, buscaba tomar distancia de todo lo social que fuese inconciliable con la Naturaleza: la convención, el lenguaje, el orden artificial de las cosas, y acercarse así al “caos natural”. Esto además explica en buena medida sus rasgos melancólicos y la importancia que para ellos tenía *el recuerdo* porque recordar, como bien dice Eduardo Galeano, viene del latín *re-cordis* y significa volver a pasar por el corazón (Galeano, 2001, p.4).

Por último, pero no menos importante, está el caso del romanticismo alemán. Friedrich Schelling fue el filósofo principal de este movimiento y sin lugar a dudas escribió los antecedentes para forjar una cosmología ecológica (Marshall, 1996, p.289). En *Sobre el alma del mundo (Von der Weltseele, 1797-9)* y *Naturphilosophie* (1800), Schelling presenta a la naturaleza como la encarnación de un proceso a través del cual el Espíritu llega a un nivel de conciencia sobre sí mismo; la mente sólo puede volverse completamente consciente de sí misma en el arte, al que toda reflexión filosófica debe aspirar (Marshall, 1996, p.289). Esta concepción tomó una forma más religiosa en el trabajo del teólogo y filósofo Friedrich Schleiermacher. Éste postulaba que la religión, la ciencia y la filosofía no se contradecían una a la otra (Marshall, 1996, p.290). En el siguiente fragmento, *v. gr.*, además de reiterarse los fundamentos del romanticismo, nos encontramos de nuevo con la paradoja romántica descrita de manera aún más explícita que en el texto de Rousseau:

You lie directly on the bosom of the infinite world. In that moment, you are its soul. Through one part of your nature you feel, as your own, all its powers and its endless life. In that moment it is your body, you pervade, as your own, its muscles and members and your thinking and forecasting set its inmost nerves in motion... Try out of love for the Universe to give up your own life. Strive already here to destroy your own individuality and to live in the One and in the All... fused with the Universe...⁶ (Schleiermacher, 1994 [1800], p.43)

Con base en lo descrito hasta ahora de manera muy sucinta, y habiendo destacado los aspectos básicos de la literatura romántica, es hora de dar el siguiente paso más allá de este movimiento y del continente europeo (al que no obstante volveremos pronto).

⁶ Yaces directamente en el seno de un mundo infinito. En ese momento, es tu alma. A través de una parte de tu naturaleza sientes, cual propia, todos sus poderes y su vida sin fin. En ese momento es tu cuerpo, al que infunde, como propio, sus músculos y miembros, y tu pensamiento y previsión ponen en movimiento sus nervios más íntimos [...] Trata por amor al Universo de renunciar a tu propia vida. Esfuérzate ya aquí para destruir tu propia individualidad y para vivir en el Uno y en el Todo... fusionado con el Universo.

EL TRASCENDENTALISMO

El trascendentalismo⁷ fue un movimiento literario, político y filosófico surgido en Estados Unidos durante la tercera década del siglo XIX. Después de que en ese país se hubiera llevado a cabo la eufemísticamente llamada “remoción de indios” de 1830, y antes de la Guerra de Secesión (1861-65), surgió en este país una edad dorada en la literatura, la poesía, la historia y la antropología (Wright, 2008, p.134). Durante este periodo nació también el trascendentalismo. Por un lado, surgido del influjo de los grupos religiosos unitaristas y de la Sociedad Unida de Creyentes en la Segunda Aparición de Cristo (*shakers*) que proclamaban la paz, la tolerancia y el derecho a buscar a Dios de una manera personal (Wright, 2008, p.139) y, por otro, del estímulo del romanticismo británico y alemán, el criticismo bíblico de Herder y Schleiermacher (que, a través de la hermenéutica, postulaba que debía rechazarse la interpretación textual de esta obra), y el escepticismo [metodológico] de David Hume (es decir, *grosso modo*, que los juicios basados en la experiencia siempre contienen elementos de duda) (Goodman, 2013, p.1). Los trascendentalistas, además, rechazaban el sensacionalismo de Locke (esto es, que no hay nada en el intelecto que no hubiera estado previamente en la experiencia de los sentidos) y la “filosofía del sentido común” –que argumentaba que el conocimiento sólo podía alcanzarse a través de los sentidos– entonces prevalente (Meyer, 1983, p.13). Los trascendentalistas insistían en que este argumento empírico no respondía a una realidad más alta y última: el mundo del espíritu (Meyer, 1983, p.14). Un acto de conciencia, y no de experiencia, permitía a los trascendentalistas percibir la realidad espiritual en la materia latente. Esto no quiere decir que el trascendentalismo rechazara lo percibido a través de los sentidos y la experiencia, sino que lo planteara como la única forma de organizar los fenómenos visibles, de tal modo que las propiedades y leyes físicas pudieran ser entendidas (Meyer, 1983, p.14). Como nos dice Ralph Waldo Emerson, el trascendentalista más importante:

[...] los sentidos nos dan representaciones de las cosas, pero qué son las cosas en sí mismas, no pueden decírnoslo [admitimos] las impresiones de los sentidos [...] su coherencia, su uso y su belleza, [el idealista] no niega el hecho sensorial: para nada; pero no ve sólo eso [...] ve el otro lado de las cosas [...] cada una siendo una secuela o compleción de un hecho espiritual [...] esta manera de ver las cosas, transfiere a cada objeto de la naturaleza de una posición anómala e independiente a la conciencia. (Emerson, 2012 [1842], p.1)

Dicha percepción reveladora *trascendía* el mundo material del espacio, el tiempo y la materia para aprehender una vida espiritual absoluta y permanente (Meyer, 1983, p.14).

A partir de lo mencionado, se gestó en Estados Unidos un movimiento valiente, que entendía la relación del hombre con el mundo natural de una manera ar-

⁷ El nombre de este movimiento fue acuñado de Immanuel Kant: “... the Idealism of the present day acquired the name of Transcendental, from the use of that term by Immanuel Kant [who showed] that there was a very important kind of ideas... which did not come by experience, but through which experience was acquired; that these were intuitions from the mind itself and he denominated them –Transcendental– forms.” (Emerson, 2012 [1842], p.4).

moniosa, y que era escéptico del progreso y la modernidad (Wright, 2008, p.140). Los seguidores de este movimiento se identificaban con las luchas de los indios, los negros, los pobres y las mujeres. De hecho, mientras avanzaba el siglo XIX, la insatisfacción de los trascendentalistas comenzó a enfocarse en las políticas y acciones del gobierno estadounidense: el trato despótico a los indígenas, la guerra con México (1846-48) y, sobre todo, la expansión de la esclavitud. El trascendentalismo postulaba que una nueva era estaba al alcance, y criticaba a su sociedad contemporánea por el conformismo irreflexivo que le era inherente. Bajo la óptica de este movimiento, cada persona debía buscar una relación original con el universo. De ahí que esta corriente previera la emergencia de una sociedad completamente transformada y radicalmente igualitaria en la naturaleza; se buscaba crear una revolución en la conciencia y en la percepción que implicara un cambio en la relación del individuo con su mundo externo (Robinson, 2003, p.26). Además de su figura más importante, Emerson, otros importantes trascendentalistas fueron Henry David Thoreau, Margaret Fuller, George Ripley, Amos Bronson Alcott, Frederic Henry Hedge, Elizabeth Peabody, Orestes Brownson, Jones Very y Theodore Parker.

Aquí solamente haremos mención del pasaje más famoso del más célebre ensayo de Emerson, *Nature* (1836), así como de los aspectos fundamentales de la obra más *trascendental* (en sus dos acepciones) sobre pensamiento ambiental –mas no sobre ambientalismo– en la historia (por lo menos en la occidental), a saber: *Walden; or, Life in the Woods* (1854) de H. D. Thoreau.

En *Nature*, Emerson nos dice:

To speak truly, few adult persons can see nature. Most persons do not see the sun. At least they have a very superficial seeing [...] The lover of nature is he whose inward and outward senses are still truly adjusted to each other [...] In the presence of nature a wild delight runs through the man, in spite of real sorrows [...] In the woods [...] I feel that nothing can befall me in life [...] I become a transparent eye-ball. I am nothing. I see all.⁸ (Emerson en Baym *et al.*, 2003, p.488)

En esta, la frase más famosa del ensayo, de igual manera ridiculizada y criticada que explicada a lo largo de siglos (Baym *et al.*, 2003, p.488), son evidentes la influencia del romanticismo (sobre todo, aunque no solamente, en lo referente a su carácter paradójico) y la crítica de la condición irreflexiva del hombre moderno enajenado.

La obra de Thoreau tuvo mucho más renombre que la de Emerson, su amigo y mentor, en parte gracias a su extraordinaria claridad. Hoy en día Thoreau es conocido, si acaso, como un activista social que abogó por la resistencia no violenta

⁸ Hablando francamente, pocas personas adultas pueden observar la naturaleza. La mayoría de las personas no ven el sol. Al menos tienen una observación muy superficial [...] El amante de la naturaleza es aquel cuyos sentidos interiores y exteriores aún están realmente ajustados el uno al otro [...] En presencia de la naturaleza un deleite silvestre corre a través del hombre, a pesar de verdaderos dolores [...] En el bosque [...] siento que nada puede derrotarme en la vida [...] Me vuelvo un ojo transparente. No soy nada. Veo todo.

(aun cuando, dada la relatividad de las cosas, también lo llegó a hacer por la resistencia violenta) como el medio más efectivo para generar un cambio social (Meyer, 1983, p.31), esto en virtud de su escrito “Resistance to Civil Government”;⁹ y no como un poeta y filósofo, cuyos escritos se convirtieron cada vez más en notas observacionales sobre la naturaleza. Incluso, dado el vasto conocimiento de Thoreau sobre la flora y fauna estadounidenses y gracias a sus interesantes descubrimientos científicos, naturalistas como Louis Agassiz consultaban su obra (Baym *et al.*, 2003, p.834). Y, de hecho, lo que más atrajo a Thoreau hacia el trascendentalismo no fue la identificación de este movimiento con causas sociales, sino su actitud en torno al deseo y a la necesidad de la cultivación de uno mismo (Meyer, 1983, p.12), esto es, el enfoque simultáneamente individual y universal a través del cual se entendía al universo.

Walden es muchos libros pero, dicho en una oración (con todos los abusos y simplificaciones que esto implica), es un libro sobre cómo vivir sabiamente. Sobre cómo vivir sabiamente, primero y ante todo, en lo que se refiere a la naturaleza de la relación –en términos económicos (entendidos en función de la satisfacción racional de necesidades humanas), ecológicos y filosóficos– del hombre con su entorno. A decir verdad, *Walden* es una obra increíblemente subversiva económica, ecológica y políticamente; no obstante, esto no es trivialmente perceptible salvo en virtud de una lectura inteligente, sosegada y profunda de la obra. En un nivel –el más superficial– *Walden* es la historia de un hombre, Thoreau, que, de julio de 1845 a septiembre de 1847, se va a vivir dos años a un bosque en Concord Massachusetts, completamente solo, para estar “en armonía con la naturaleza”. En otro horizonte de lectura, es la historia de un hombre de 28 años, blanco y burgués, arrogante y caprichoso, egresado de Harvard, que satíricamente dictamina cómo se debe vivir para un día llegar a ser tan maravilloso como él. Evidentemente, estas dos interpretaciones están equivocadas. Lo que Thoreau hizo en el fondo fue luchar desde su trinchera (y esto en dos sentidos: el uno en virtud de que uno está desafortunadamente siempre confinado a hacer sólo cuanto puede; el otro a través de la óptica trascendentalista, por definición individualista) para tratar de estimular, sacudir, despertar y liberar a la enajenada e irreflexiva sociedad de la que él formaba parte. En efecto, su estilo literario, además de poético, era satírico e irónico, pero jamás paternalista, catequizador y moralista, sino, en cambio, y en una palabra, provocador. Y esto, justamente, no con un fin de petulancia, sino con un fin liberador. Incluso, Thoreau sostuvo que eran los hombres sumidos en la pobreza quienes más podían beneficiarse de su tesis; de hecho, menciona literalmente en *Walden* que “quizás a quienes más está dirigida la obra es a los estudiantes pobres” (Thoreau, 1986 [1854], p.46). Aún más: el mismo Emerson mencionó que Thoreau era por sí solo una respuesta práctica a las teorías socialistas (Emerson en Newman, 2003, p.517). Thoreau no lo postula tal cual en *Walden*, pero deja claro que hay que buscar la praxis en la manera de vivir. Asimismo, bajo su narrativa de aislamiento, insistentemente caracteriza su tiempo solo en el bosque a través de metáforas en la vida de la ciudad. Thoreau menciona que en Walden (el sitio, no

⁹ Este ensayo hoy en día es mejor conocido como “Civil Disobedience” [“Desobediencia Civil”].

la obra) comprendió que lo más dulce y lo más tierno, la sociedad más inocente y la más alentadora, podían ser encontrados en cualquier objeto natural (Newman, 2003, p.515). Y, aun cuando Thoreau vivió poco más de dos años ahí, el relato de *Walden* abarca un año, de manera que coincidiera con los ciclos y los ritmos de las estaciones terrestres.

El primer capítulo, “Economía”, palabra que para Thoreau significaba “filosofía de vida”, es el más extenso e importante de la obra. Su texto es, en todos sentidos, económico y ecológico, para empezar en cuanto a cómo son entendidas ambas palabras, formadas por la misma raíz, *oikos* (*oikos*),¹⁰ que significa casa, y que encarna una unidad que artificialmente fue dicotomizada por el hombre. Éste, dice Thoreau, pasa su vida ocupado en labores superficiales, y no tiene tiempo más que para ser una máquina, pues vive en un sistema cuyo fin es producir dinero –y no satisfacer necesidades humanas– a costa de la destrucción del entorno y en un mundo que se va urbanizando más y más. Para Thoreau, el mundo natural es el remedio contra la complejidad sin sentido de la ciudad, pues siempre hemos sido seres rurales. Además, menciona que el valor de las cosas, mismas que eran deseadas irreflexivamente por la sociedad, y que no son sino medios mejorados para satisfacer fines sin mejora (Thoreau, 1986 [1854], p.95), en realidad está definido en función de cuánta vida encarnan,¹¹ y habla en pos de una economía que satisfaga necesidades (*i.e.* de valores de uso) de manera ya no digamos aristotélica sino, incluso, y a este respecto, marxista. Para Thoreau, los estadounidenses miraban un árbol y veían una silla (Hamblin, 2013, p.701); había que tomar de la tierra sólo lo que se necesitara realmente, apreciar lo que la naturaleza hiciera con el resto, y estar agradecido por ambas cosas (Cafaro, 2001, p.14). Uno –dice Thoreau– es rico en proporción al número de cosas de las que puede prescindir para vivir. También menciona que, en estado silvestre, cada familia posee un refugio tan bueno como puede, y suficiente para satisfacer las necesidades: los pájaros tienen nidos, los zorros tienen madrigueras, y los indios wigwams; sin embargo, en la “sociedad civilizada moderna” más de la mitad de las familias no posee un refugio; la mayoría de la gente paga un impuesto anual completamente artificial por una propiedad (Thoreau, 1986 [1854], pp.72-73). Thoreau no niega que la civilización sea una mejora para la calidad de vida del hombre, pero sólo para el hombre sabio, para aquel que no debería verse en la necesidad de intercambiar su vida por el pago de una vivienda. Los sabios siempre han vivido vidas más modestas. Por ello es que Thoreau dedica buena parte del primer capítulo de *Walden* a describir cómo él mismo construyó su casa (para él, cada persona debía involucrarse prácticamente, como hace cada ave, en la construcción de su vivienda) y, más importante, a puntualizar cuánto costó exactamente: para mostrar lo poco que se necesita para vivir libre y racionalmente. Si esto suena pretencioso, dice Thoreau, “mi excusa es que presu-

¹⁰ Thoreau empleó el término ecología en 1858 antes de que éste fuera formalmente definido siete años más tarde por Ernst Haeckel (Stableford, 2010, p.259). Para aquél estaba cercanamente conectado a un incremento en la sensibilidad humana en virtud de la complejidad de los procesos naturales.

¹¹ Entendido esto como el desgaste humano implicado en el trabajo, en donde el *tiempo de trabajo socialmente necesario*, como fue descrito por Karl Marx, es el tiempo que se requiere para producir un valor de uso cualquiera y que representa la media necesaria para producir una mercancía.

mo por la humanidad más que por mí" (Thoreau, 1986 [1854], p.92). Así que cada vez que Thoreau escribe "yo", bien podría remplazársele por "ustedes"; la obra en realidad está escrita en una suerte de tercera persona tácita.

Además del carácter económico en pos de la economía rural y de valores de uso, y del carácter ecologista-conservacionista en cuanto a cómo tomar del mundo natural, al que había que conocer, respetar y amar sólo aquello que fuese indispensable para satisfacer necesidades, *Walden* está cerca de y se entrelaza con otra tradición de la literatura estadounidense: la antiesclavista (Meyer 1983, p.25). Para Thoreau, desde luego que la lucha de los esclavos negros del sur de Estados Unidos era fundamental, pero la esclavitud iba más allá: negros y blancos éramos para él, casi por igual, esclavos. Evidentemente el punto no era decir que los negros esclavizados del sur y los blancos "libres" del norte sufrían de la misma manera, que lo que los esclavos negros tenían que sufrir y soportar porque no les quedaba de otra fuese equiparable con lo que Thoreau, hombre blanco y económicamente acomodado, u otros, decidieran hacer voluntariamente (Meyer, 1983, p.28), sino analizar la esclavitud en sentido amplio. Los negros eran más esclavos, pues lo eran en todo aquello en lo que los blancos también, sumado al atroz sentido legal bajo el que una persona era propiedad de otra. Pero ser blanco no implicaba ser libre, y de ahí que *Walden* fuese también un texto antiesclavista en general. Para Thoreau, la esclavitud del hombre blanco residía en la mente, en el espíritu, y no había peor cosa que ser el esclavista de uno mismo, pues dado que las cosas no son lo que aparentan, éste se pensaba libre. La lucha antiesclavista negra refutaba la absurda idea de que los negros eran menos que humanos, y la de Thoreau la absurda idea de que la mayoría de sus lectores eran felices –puesto que tenían condiciones materiales– siendo los esclavistas de sí mismos (Meyer, 1983, p.27). El mundo está al revés: "But lo! men have become the tools of their tools" ["Pero ¡Oh sorpresa! Los hombres se han convertido en herramientas de sus herramientas"] (Thoreau, 1986 [1854], p.80), son pastoreados por sus rebaños, sus vidas están hipotecadas a las casas, y son manejados por el tren. La vida actual es una de alienación y enajenación. Quizás estaría bien, menciona, acercarse a la vida espiritual, puesto que la libertad reside en la mente, y pasar más tiempo del día y de la noche sin obstrucciones entre nosotros y los cuerpos celestes, pues los pájaros no cantan en las cuevas.

¿Por qué Thoreau decidió ir a Walden Pond? "[...] porque deseaba vivir deliberadamente, afrontar sólo los factores esenciales de la vida [...]" (Thoreau, 1986 [1854], p.35), para tramitar algunos asuntos privados con el menor número de obstáculos posible, y también para anticipar, no sólo el amanecer y la puesta del sol, pero, de ser posible, a la naturaleza misma. La obra es también un profundo experimento sociológico y espiritual que, en el ámbito de la naturaleza, dejó un legado que creció más que nunca en el siglo XX, considerándosele a su autor como un profeta ambiental, particularmente por John Muir y Aldo Leopold (Baym *et al.*, 2003, p.837).

LA CONTRIBUCIÓN AL PENSAMIENTO AMBIENTAL
DE UN SUCESO EN APARIENCIA DESVINCULADO

Volvamos a Europa por un momento. Y, para variar, a la Gran Bretaña. En la segunda mitad del siglo XIX, un personaje –sin que esa fuera, ni por casualidad, su intención– creó una verdadera revolución en el pensamiento occidental, particularmente en la biología, lo cual tuvo importantes consecuencias en el pensamiento ambiental. Esa persona es Charles Darwin, por si quedaba alguna duda. “Charles Darwin (1809-82) ha sido llamado la figura individual más importante en la historia de la ecología en los últimos trescientos años” (Marshall, 1996, p.319). ¿Qué hizo, pues, este naturalista británico? Fundar el más importante paradigma (entendido en términos kuhnianos¹²) de la biología. Un puñado de trabajos científicos han cambiado cómo el hombre piensa al mundo (o al cosmos): *v. gr.* las magistrales obras de Copérnico, Newton, Lavoisier, Planck, Einstein o, en las ciencias naturales, los de Lyell, Mendel, Crick y Watson. Ninguno de éstos tuvo el impacto que el de Darwin (Bynum, 2009, p.14). El día de hoy, la obra de aquéllos es sólo leída por especialistas e historiadores; Darwin es aún nuestro contemporáneo (Bynum, 2009, p.14). Nuestro naturalista, entre muchas otras cosas, despojó a la biología de todo rasgo sobrenatural, religioso y divino, y explicó la evolución biológica como un proceso no teleológico y que no obedece más que a las leyes que operan en el cosmos. Entre otras implicaciones, esto cambió el lugar del hombre en el universo: de pináculo de la creación a simple ciudadano del cosmos, de cúspide de la evolución biológica a un efímero pariente más de cualquier otra forma de vida, todas ellas descendientes de un ancestro común. La obra de Darwin estableció a la evolución biológica como una teoría científica creíble (Bynum, 2009, p.47) misma que, dicho en una oración, es una versión biológica del uniformitarismo de Lyell (Gould, 2002, p.94). Darwin instituyó nuestra profesión no sólo por haber descubierto y descrito una fuerza, la selección natural, pero, quizás más importantemente, por haber hecho la evolución accesible a la ciencia (Gould, 2002, p.98). Además, también laicizó los conceptos linneanos de la ecología (Acot, 1990, p.74) –misma que nació como rama de la biología– y propuso un sinnúmero de explicaciones científicas para cientos de fenómenos del mundo natural.

Incluso, por ejemplo, en el capítulo “Diversidad de especies en comunidades” del libro *Ecology*, sus autores –Michael Cain, William Bowman y Sally Hacker– hacen mención de un “común adagio” entre ecólogos (no entre ecologistas): “si usted cree que es una idea nueva, revise en Darwin. Él probablemente lo descubrió primero” (Cain *et al.*, 2011, p.396). Asimismo, en el prefacio de *The Princeton Guide to*

¹² Equiparar en este sentido a la biología con la física, disciplina para la que Kuhn desarrolló en mayor medida su tesis sobre la estructura de las revoluciones científicas (1962), tiene, entre otros problemas, el de que, con todo rigor, en biología varios paradigmas diferentes (entendidos como los logros científicos reconocidos que temporalmente moldean problemas y soluciones) pueden coexistir en una circunstancia histórica determinada. Darwin no fue el primero ni el único en expresar lo que aquí se plantea, pero sí el más importante, dada la manera en que expuso sus ideas, entrelazando y sintetizando lo que se conocía, y dada la circunstancia histórica en la que lo hizo. Sin embargo, resulta válido afirmar que la biología tiene un claro antes y después a raíz del trabajo de Darwin, y que buena parte de sus tesis siguen siendo los ejes rectores de esta disciplina el día de hoy.

Ecology, se menciona: “Se puede argumentar sobre cuándo nació la ecología como ciencia, aunque sin lugar a dudas los escritos de Charles Darwin y Alfred Russell Wallace crearon el contexto esencial para el surgimiento de un nuevo estudio de las interrelaciones de las especies entre ellas y entre ellas y su entorno” (Levin, 2008, p.7). Y, como muy bien dice también el gran Stephen Jay Gould –además haciendo mención de uno de nuestros apreciados poetas–:

Darwin es, en breve, el hombre extraordinario que, por sí mismo, encarna los tres únicos seres dignos de respeto para Baudelaire –pues demolió un viejo orden, y llegó a conocer una buena parte del mundo nuevo que creó [...] Existen sólo tres seres dignos de nuestro respeto: el sacerdote, el guerrero y el poeta. Saber, matar y crear.¹³ (Gould, 2002, p.169)

Esta consolidación de la biología y de la ecología como ciencias hizo que los caracteres sobrenatural y antropocéntrico del pensamiento ambiental fuesen desapareciendo, siendo sucedidos, en cambio, por una descripción científica (ecológica) del entorno. La naturaleza dejó de ser representada como algo espiritual idealizado, y se convirtió en el conjunto de los seres vivos y todos aquellos factores y fenómenos fuera de ellos, en donde todos los componentes, tanto bióticos como abióticos, están íntimamente entrelazados entre sí.

LA TRANSICIÓN DEL PENSAMIENTO AMBIENTAL AL AMBIENTALISMO

“El género al que llamamos literatura natural requiere de una rara mezcla de científico, filósofo, y poeta”¹⁴ (Teale, 1952, p.11). Efectivamente, y hasta ahora hemos estudiado someramente cómo, por qué y de qué modo se ha desarrollado dicho conglomerado. Sin embargo, este pensamiento ambiental evolucionado por la ciencia implicó a su vez un intento de transformación ética, social y política en el planeta. John Muir es un personaje fundamental cuyo estudio permite comprender cómo se dio la conjunción entre lo artístico, científico y político en el pensamiento ambiental. Muir, además de ser por sí mismo un extraordinario poeta, naturalista, científico y conservacionista, fue un puente entre los trascendentalistas y los ecologistas. Su visión moral era holística y la contribución “espiritual” que hizo al pensamiento ambiental sufrió una transición hacia la ecología científica, después de que ecólogos como Henry C. Cowles, Stephen A. Forbes y Frederic E. Clements validaran su trabajo (Bratton, 2004, p.4). Muir fue “el primer ambientalista estadounidense que por sí mismo se percató de que la naturaleza tenía valor intrínseco en y para sí, dejando muy de lado las utilidades humanas” (Callicot, 1992, p.302). Este personaje recorrió extensamente los Estados Unidos no sólo describiendo sus paisajes, sino también abogando fervientemente por su protección. De hecho, en

¹³ «Il n'existe que trois êtres respectables: le prêtre, le guerrier, le poète. Savoir, tuer et créer». Esta frase de Baudelaire evocada por Gould describe lo hecho por Darwin en tanto que éste tenía amplio conocimiento sobre biología, geología e historia natural: *sabía*; despojó a la evolución biológica de todo rasgo sobrenatural y derrocó tal concepción sobre el cosmos: *mató*; y finalmente explicó la evolución biológica en términos científicos: *creó*.

¹⁴ The genre we call nature writing requires a rare mixture of scientist, philosopher and poet.

1892 fundó la organización conservacionista que hoy en día sigue siendo la más grande de EE.UU.: el Sierra Club. Además, Muir fue el guía personal de dos presidentes estadounidenses, Theodore Roosevelt y William H. Taft, a lo largo de varias excursiones en la región de Yosemite, activamente participando en la elaboración de leyes federales en pos de la defensa de áreas naturales del estado de California y de la creación de parques nacionales y diversas áreas protegidas.

Otro gigante ambientalista es Aldo Leopold, desde luego, profundamente influido por los trascendentalistas, Darwin y John Muir. Este científico, que no sólo era ecologista, sino también ecólogo forestal y un prodigioso escritor, prolíficamente publicó más de 350 artículos, fundamentalmente sobre políticas ambientales y temas ecológicos, además fue consejero sobre conservación en las Naciones Unidas, y uno de los fundadores de "The Wilderness Society" en 1935. Sobre su obra maestra se ha dicho:

No other single book of American nature writing –with the exception of *Walden*– has achieved such lasting stature as *A Sand County Almanac*. Since it was first published [it has provided] the core for modern conservation ethics [...] What he [Leopold] sees as necessary to that full understanding of who and where we are in the universe –a reunification of poetry and science– is itself the means by which its pages work their power on us. *A Sand County Almanac* gives us not only a promising philosophy to follow, but a warm, human, admirable figure to emulate. In rendering for us the intellectual drama of a man becoming whole through his understanding of, and relationship with, his natural surroundings, Aldo Leopold succeeded in creating a remarkably whole book, a rich and enduring work of literature.¹⁵ (Finch, 1987, pp.15-28)

A grandes rasgos, la tesis principal de Leopold sostiene que la sociedad debe expandir sus fronteras éticas para incluir la relación del hombre con la tierra y con las plantas, y propone alternativas morales, estéticas y ecológicas a la visión pragmática, económica (entendida en términos de lucro y consumismo) y antropocéntrica de dominación sobre la naturaleza que se tiene en la sociedad contemporánea. Al tratar de ser un mediador del eterno conflicto entre las actitudes materialistas y holísticas de los estadounidenses en torno a la naturaleza, Leopold apeló a su experiencia (tal y como hizo Thoreau) así como a su idealismo bucólico, tan presente en la historia y literatura del centro y este de Estados Unidos (Barillas, 1996, p.61). La idea más importante de Leopold (acaso *en apariencia* antropocéntrica), es que nuestros encuentros con el mundo silvestre pueden revelar no sólo interesantes y útiles observaciones sobre el mundo natural, sino también importantes verdades sobre la naturaleza humana (Finch, 1987, p.23).

¹⁵ Ningún otro libro sobre literatura natural estadounidense –con la excepción de *Walden*– ha logrado tal longeva estatura como *Almanaque del condado arenoso*. Desde su publicación [ha provisto] el núcleo de la ética conservacionista moderna [...] Lo que [Leopold] ve como necesario para ese entendimiento completo sobre quiénes somos y dónde estamos en el universo –una reunificación de la poesía y la ciencia– es en sí mismo el medio a través del cual sus páginas ejercen su poder sobre nosotros. *Almanaque del condado arenoso* nos brinda no sólo una filosofía prometedoras que seguir, sino una figura cálida, humana y admirable que emular. Al presentarnos el drama intelectual del hombre completándose a través de su entendimiento de, y la relación con, el entorno natural, Aldo Leopold fue exitoso en crear un holístico libro nuevo, una rica e imperecedera obra literaria.

Finalmente, ha llegado el momento de hablar de Rachel L. Carson, quien escribió el libro que quizás ha hecho más que ningún otro en torno a la creación del movimiento ambientalista del presente: *Silent Spring* [*Primavera silenciosa*]. En cuanto a su estatura histórica tal vez sólo equiparable a *Walden* o a *A Sand County Almanac*, y en cuanto a su impacto mucho más pragmático que el de éstos, *Silent Spring* logró trascender las palabras, y es la obra que en medida gigantesca causó la expansión internacional del ambientalismo.

Rachel Carson fue un personaje verdaderamente excepcional: tenía una admirable visión holística del mundo, era una científica de primera, una escritora extraordinaria y modesta y, al mismo tiempo, fue absolutamente firme a la hora de defender al entorno. Además, junto con Theodora Stanwell-Fletcher, Mary Hunter Austin y Marjorie Kinnan Rawlings, fue una de las pocas mujeres sobresalientes de la literatura ambiental.

Nuestra autora tuvo la asombrosa virtud y talento para combinar maravillosamente la concisión y precisión científicas de la profusa y dispersa información biológica y ecológica, con la belleza, claridad y sugestión poética de la pluma artística y divulgadora, de tal suerte que sus escritos fuesen al mismo tiempo descripciones fácticas del mundo natural y literatura. “Carson estaba bien informada de la literatura británica y de la literatura natural” (Bratton, 2004, p.16). De hecho, entre sus influencias destacan Thoreau, Richard Jefferies, Henry M. Tomlinson, Henry Beston, Herman Melville y, sobre todo, Henry Williamson (Brooks, 1993, p.22). Asimismo, Carson mencionó que el poema “Locksley Hall” de Alfred Tennyson fue el escrito que la ilustró para combinar a partir de entonces lo científico y lo poético (Lantier, 2009, pp.21-22). Aún más: el título de la obra primera de Carson, *Under the Sea-Wind* [*Bajo el viento del mar*], está inspirado en un pasaje escrito por Richard Jefferies en *The Pageant of Summer* (Lear, 1997, p.104) y, el de *Silent Spring*, en el poema “La Belle Dame sans Merci” [“La bella dama sin piedad”] del romántico británico John Keats.

Para que Carson pudiera recorrer cabalmente los recovecos del mar en sus obras, dado que no existía en ese entonces (ni ahora) tecnología suficiente para hacerlo, lo llevaba a cabo, cual pensador ambiental, por medio de la imaginación. Carson poseía ese *inward eye* [ojo introspectivo] tan recurrente y fundamental en Wordsworth, Shelley, Gerard Manley Hopkins, Emerson (Bratton, 2004, p.16) y Thoreau. Esto no quiere decir que nuestra autora, cuya obra es rigurosamente fáctica y científica, inventara irresponsablemente lo que su fantasía le dictara; por lo contrario, dados sus conocimientos ecológicos y su creatividad, Carson podía especular congruentemente sobre la composición del mundo natural.

Leamos *v. gr.* un extracto del tercer libro de Carson, *The Edge of the Sea* [*La orilla del mar*], y veamos a quiénes nos recuerda:

La oscuridad de la noche poseía al agua, al aire y a la playa. Era la oscuridad de un mundo más antiguo, antes del Hombre. No había más vida visible –salvo por un pequeño cangrejo cerca del mar. He visto cientos de cangrejos fantasma en otros entornos, pero súbitamente me llené de la extraña sensación de que por primera vez conocía a la criatura en su propio mundo –que entendía, como

nunca antes, la esencia de su ser [...] El pequeño cangrejo solo con el mar se volvió un símbolo que representaba a la vida misma [...] (Carson, 1991 [1955], pp.402-03)

¿No es esto acaso, justamente, prosa romántica mezclada con ecología? ¿Una suerte de Schleiermacher y Emerson ateos fusionados con, *v. gr.*, William Beebe? Carson habría de comentar que “el objetivo de la ciencia es descubrir e iluminar la verdad. Y ese es, a mi entender, el objetivo de la literatura, ya sea biografía o historia o ficción. Me parece, entonces, que no puede haber ninguna literatura separada de la ciencia”.¹⁶

Las obras de Thoreau, Leopold y Carson tienen grandes similitudes, aun cuando hayan sido creadas por personas que vivieron en sitios y circunstancias históricas diferentes. Además de las ya mencionadas, Philip Cafaro (2001, pp.13-16) menciona cinco de ellas, a saber:

- 1) la visión de la economía como medio para satisfacer necesidades y no como un motor cuyo fin es el enriquecimiento insaciable (los tres autores no sólo están en desacuerdo con esta concepción de la economía, sino que la miran con desprecio);
- 2) su compromiso con la ciencia, combinado con la apreciación de sus límites, y el hecho de que fuesen científicos altamente activos;
- 3) su visión no antropocéntrica del cosmos. “Una visión del mundo evolutiva y ecológica, en breve, implica una ética ambiental no antropocéntrica” (Callicot, 1992, p.304);¹⁷
- 4) la apreciación de la belleza silvestre y el apoyo para su conservación; y
- 5) la comprensión de que la vida, tanto humana como no humana, es algo verdaderamente extraordinario y fascinante.

¿Y dónde más está el puente? En la visión amplia a través de la cual estos autores entendían el mundo y en su amor por el conocimiento y la naturaleza, de la que se sabían formaban parte.

Los personajes hasta ahora mencionados son sólo algunos (aunque de los más trascendentes) de los centauros naturalistas literatos que, junto con Tao Yuanming, Gilbert White, John Burroughs, Joseph Conrad, Henri Amiel, Thomas Hardy, William Bartram, William Sharp, Donald Culross Peattie, Edwin Way Teale y Murray Bookchin, entre muchos, muchos otros, que nos han permitido, a través de sus ojos, entender al mundo natural y maravillarnos de él. Los hay exploradores, los

¹⁶ “The aim of science is to discover and illuminate truth. And that, I take it, is the aim of literature, whether biography or history or fiction. It seems to me, then, that there can be no separate literature of science.” (Tomado del discurso de Carson al aceptar el premio National Book Award for Notification por su obra *The Sea Around Us [El mar que nos rodea]* (1952)).

¹⁷ “An evolutionary and ecological world view, in short, implies a nonanthropocentric environmental ethic.”

hay hogareños, pero todos comparten el amor por el entorno, todos escriben desde la emoción (Teale, 1952, p.11). Y también los hay desconocidos a lo largo de los siglos y de los mundos: literatos indígenas completamente conocedores y amantes del medio ambiente, como el Jefe Seattle. Ahí está el conocimiento ancestral, literario y vivido en carne propia acerca de la naturaleza. Tanto los unos como los otros, éstos y aquéllos, hicieron, de una parte, poesía, “el alma humana exprimida como un limón en palabras atómicas”,¹⁸ y satisficieron la que para Borges es la tarea del arte: “transformar todo lo que se nos ocurre continuamente, en símbolos, en música, en algo que pueda perdurar en la memoria de los hombres”.¹⁹ De otra parte, comprendieron las palabras que Leopold evocó inmejorablemente en “Pensando como una montaña”:

Acaso es esto lo que yace detrás de la sentencia de Thoreau: en el mundo natural radica la salvación del mundo. Tal vez éste sea el sentido oculto en el aullido del lobo, conocido hace largo tiempo entre las montañas, pero raramente percibido entre los hombres.²⁰ (Leopold, 1989 [1949], p.133).

BIBLIOGRAFÍA

- Acot, P., 1990. Cómo nació la ecología. *Mundo científico*, 98 (10), pp.71-77.
- Barillas, W., 1996. Aldo Leopold and Midwestern Pastoralism. *American Studies*, 37 (2), pp.61-81.
- Baudelaire, C., [1857] 1999. *Les Fleurs du Mal*. París: Le Livre de Poche.
- Baym, S. et al. (eds.), 2003. *The Norton Anthology of American Literature*. Nueva York: W. W. Norton & Company, Inc.
- Bratton, S. P., 2004. Thinking like a Mackerel: Rachel Carson's *Under the Sea-Wind* as a Source for a Trans-Ecotonal Sea Ethic. *Ethics and the Environment*, 9(1), pp.1-22.
- Brooks, P., 1993. *Rachel Carson: precursora del movimiento ecologista*. Barcelona: Gedisa.
- Bynum, W., 2009. Introduction. En Darwin, C. R., *On the Origin of Species By Means of Natural Selection or The Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. Penguin Classics, pp.15-53.
- Cafaro, P., 2001. Thoreau, Leopold, and Carson: Toward an Environmental Virtue Ethics. *Environmental Ethics*, 23(1), pp.3-17.
- Cain, M. L., Bowman, W. D. y Hacker, S. D., 2011. *Ecology*. Sinauer Associates, Inc.
- Callicot, J. B., 1992. Principal traditions in American environmental ethics: A survey of moral values for framing an American ocean policy. *Ocean & Coastal Management*, 17 (3-4), pp.299-308.
- Carson, R., [1955] 1991. *Rachel Carson: The Sea*. Paladin.

¹⁸ “[Poetry is] the human soul... squeezed like a lemon... into atomic words”. Langston Hughes, *The Collected Poems of Langston Hughes*, Arnold Rampersad (ed.) (Nueva York: Vintage Classics, 1994, p.5).

¹⁹ Jorge Luis Borges, en entrevista con Joaquín Soler Serrano en el programa ‘A fondo’, Radiotelevisión Española, 1976.

²⁰ Perhaps this is behind Thoreau's dictum: In wildness is the salvation of the world. Perhaps this is the hidden meaning in the howl of the wolf, long known among mountains, but seldom perceived among men.

- Emerson, R. W., [1842] 2012. *The Transcendentalist*. [pdf] Global Grey. Disponible en: <http://www.globalgrey.co.uk/Books/Philosophy/Transcendentalist.pdf> [consultado el 8 de febrero de 2014].
- Finch, R., 1987. Introduction: The delights and dilemmas of *A Sand County Almanac*. En Leopold, A., *A Sand County Almanac and Sketches Here and There*. Nueva York: Oxford University Press Inc., pp.15-28.
- Franco, L., 2004. *Literatura hispanoamericana*. México: Limusa.
- Galeano, E. H., 2001. *El libro de los abrazos*. Madrid: Siglo XXI.
- Goodman, R., 2013. "Transcendentalism", [online] *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (edición de otoño), Edward N. Zalta (ed.) Disponible en: <http://plato.stanford.edu/archives/fall2013/entries/transcendentalism/> [consultado el 27 de febrero de 2014]. Crabtree Publishing Company.
- Gould, S. J., 2002. *The Structure of Evolutionary Theory*. Cambridge: Belknap Press.
- Greenblatt, S. et al. (eds.), 2006. *The Norton Anthology of English Literature*. Nueva York: W. W. Norton & Company, Inc.
- Hamblin, J. D., 2013. Environmental Dimensions of World War II. En Zeiler, T. W. y Du-Bois, D. M. (eds.), *A Companion to World War II*. Vol. II. Malden, Massachusetts: Wiley-Blackwell, pp.698-716.
- Josipovici, G., 2003. Modernism and Romanticism. En Middleton, T. (ed.), *Modernism: Critical Concepts in Literary and Cultural Studies*. Londres: Routledge.
- Lantier, P., 2009. *Rachel Carson: Fighting Pesticides and Other Chemical Pollutants*. Crabtree Publishing Company.
- Lear, L., 1997. *Rachel Carson: Witness for Nature*. Nueva York: Henry Holt & Company.
- Leopold, A., [1949] 1989. *A Sand County Almanac and Sketches Here and There*. Nueva York: Oxford University Press Inc.
- Levin, S. A., 2008. Preface. En Levin, S. A. et al. (eds.), *The Princeton Guide to Ecology*. Princeton University Press, pp.7-8.
- Marshall, P. H., 1996. *Nature's Web: Rethinking Our Place on Earth*. Nueva York: M.E. Sharpe Inc.
- Meyer, M., 1983. Introduction. En Thoreau, H. D., *Walden and Civil Disobedience*. Penguin Classics, pp.7-36.
- Newman, L., 2003. Thoreau's Natural Community and Utopian Socialism. *American Literature*, 75 (3), pp.515-544.
- Robinson, D. M., 2003. Emerson, Thoreau, Fuller and Transcendentalism. *American Literary Scholarship*, 2001 (1), pp.3-26.
- Schleiermacher, F., [1800] 1994. *On Religion: Speeches to Its Cultured Despisers*. Rotulledge & Kegan Paul Ltd.
- Stableford, B., 2010. Ecology and dystopia. En Claeys, G. (ed.), *The Cambridge Companion to Utopian Literature*. Londres: Cambridge University Press, pp.259-79.
- Teale, E. W., 1952. *Green Treasury: A Journey through the World's Great Nature Writings*. Nueva York: Dodd, Mead & Company.
- Thoreau, H. D., 1986. *Walden and Civil Disobedience*. Penguin Classics.
- Wright, R., 2008. *What is America? A Short History of the New World Order*. Da Capo Press.

⊙ *Esta es una página en blanco.* ⊙

MODELOS MATEMÁTICOS EN EL CONTEXTO DE LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES

Edgar J. González Liceaga*

PROBLEMAS ECONÓMICOS

En 1970, el presidente de la Asociación Económica Americana, Wassily Leontief, al dirigirse a los miembros de la 83a. reunión de esa asociación, planteaba el problema que él veía con la entrada de la modelación matemática en el día a día de la investigación económica (Leontief, 1971). Un economista, al plantear por primera vez un modelo sobre la trayectoria que seguiría un factor económico en el tiempo, presentaría los supuestos asociados al modelo. Sin embargo, para el momento en que interpretara los resultados arrojados por éste, los supuestos que inicialmente consideró se habrían soslayado. Leontief argüía, con razón, que la validez de los resultados dependía precisamente de que dichos supuestos se cumplieran en la realidad. Ante esta crítica, el economista podría revirar que, de no cumplirse esos supuestos, un modelo más complejo podría involucrar supuestos más realistas. Este argumento, que se venía usando desde hacía tiempo, redundó en un crecimiento en el número de modelos propuestos y un incremento en la complejidad de los mismos. Muchos modelos no habían trascendido y otros habían sido sustituidos por nuevos que proclamaban tener un mejor desempeño. Los jóvenes economistas, creciendo bajo este *status quo*, aprendieron dichos modelos y no los cuestionaron; por el contrario, aplicaron todo su esfuerzo en entenderlos y mejorarlos, alejándose cada vez más de la toma de datos. Leontief planteaba que, a diferencia de la física y la biología, la economía estudia un sistema complejo y dinámico, lo que requiere de una constante toma de datos.

Por otra parte, en 2008 tuvimos una crisis financiera que afectó la economía de países completos y tuvo repercusiones globales. Sin intentar adentrarme mucho en las múltiples causas que llevaron a esta crisis, baste decir que uno de los factores que la precipitó involucró modelos con supuestos poco creíbles. Así, durante el periodo de 2001 a 2006, el gobierno estadounidense bajó las tasas de interés al crédito, lo que permitió a los bancos ofrecer mayores créditos para la compra de bienes inmuebles. Los beneficiarios fueron aquellas personas con poca capacidad crediticia que previamente no habían podido acceder a dichos créditos. A pesar del

* Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. / edgarjgonzalez@ciencias.unam.mx

riesgo involucrado en este tipo de crédito, los modelos que proyectaban el pago de estas deudas suponían que, de caer los deudores en suspensión de pagos, estos serían pocos y la fracción del crédito recuperable sería constante (Brunnermeier, 2008; Chambers, Kelly y Lu, 2010). Esta fracción del crédito se consideró entonces como de buena calidad, en el sentido de que tenía una probabilidad muy alta de ser recuperado, por lo que en términos prácticos podía ser considerado como dinero contante y sonante y entrar a los mercados económicos internacionales de manera segura (Mayer, Pence y Sherlund, 2009; Stanton y Wallace, 2011). También se supuso que los precios de los inmuebles seguirían creciendo en el tiempo (Bianco, 2008). Sin embargo, por la ley de la oferta y la demanda, la disponibilidad de inmuebles superó la demanda de éstos y los precios cayeron. Para 2008, los deudores se encontraron pagando créditos enormes por bienes depreciados. Se dio entonces una ola de abandono de inmuebles y suspensión de pagos (Mayer, Pence y Sherlund, 2009). Al estar asociado el crédito a los mercados internacionales, esta suspensión tuvo un impacto mundial.

Estos dos episodios muestran la forma en la que la modelación matemática ha permeado el quehacer económico y cómo los modelos, que en el papel permiten hacer proyecciones aparentemente útiles para la toma de decisiones en materia económica, pueden tener un impacto negativo en la sociedad cuando los supuestos en los que se basaron no se cumplen. Muestran también cómo el ser humano, en un afán de ahorrarse la complejidad matemática, saltará por encima de ésta y buscará aplicaciones sencillas de modelos complejos. . . y ganar dinero en el camino.

Pero estos dos ejemplos también muestran dos aspectos técnicos que un matemático siempre debe considerar al intentar modelar un fenómeno real pero complejo:

1. Los modelos se pueden hacer más y más complejos, pero siempre hay que confrontarlos con la realidad, *i. e.*, contar con datos que permitan aterrizar el modelo a la realidad y ver qué tan bien se ajusta a esta.
2. Es importante tomar en cuenta los supuestos de un modelo; de lo contrario se pueden tomar decisiones que pueden tener consecuencias contraproducentes o, incluso, catastróficas.

¿Pero esto cómo se relaciona con el tema de este capítulo: la conservación de especies? Introduzcamos primero el tema. . .

LA BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN

Aunque relativamente reciente, la biología de la conservación es una disciplina con grandes ambiciones: ante las altas tasas de extinción de especies, es necesario identificar aquéllas en peligro, así como las causas que las han llevado a esta situación y proveer medidas que la reviertan y garanticen la sobrevivencia de las especies a largo plazo. Esto la convierte en una “disciplina de la crisis” (Soulé, 1985) que

surge de la necesidad apremiante que tenemos como sociedad de conservar especies y ecosistemas que durante los últimos siglos han enfrentado una gran presión humana.

Originalmente enfocada en conservar especies, la biología de la conservación fue incorporando en sus objetivos todos los niveles de organización biológica: desde la diversidad genética de una especie hasta la diversidad de ecosistemas en el planeta (Primack, 2012). Esto ha aumentado el ámbito de trabajo de esta ciencia y, por lo mismo, la hace inabarcable para las limitaciones de un capítulo. Por ello, en lo subsecuente, me enfocaré en la conservación de especies a un nivel medio de organización biológica: las poblaciones. Este es, de hecho, el nivel de organización que con mayor frecuencia se busca conservar (Fazey, Fischer y Lindenmayer, 2005) y el argumento subyacente es que, al buscar evitarse la extinción de una especie, una aproximación será mantener viables sus poblaciones a largo plazo (Boyce, 1992).

Aun siendo una ciencia joven, la biología de la conservación ha recibido un gran impulso por parte de científicos y gobiernos, incorporando el conocimiento de muchas disciplinas científicas para alcanzar sus objetivos (Soulé, 1985). Al igual que en la economía, las matemáticas han sido incorporadas al trabajo de esta disciplina, aportado herramientas para estudiar el comportamiento de las poblaciones en el tiempo. Así, muchas de las decisiones que se toman para mantener viables las poblaciones encuentran su fundamento en conclusiones derivadas de modelos matemáticos (Groom y Pascual, 1998). La razón por la que se suele recurrir a ellos radica en la naturaleza del problema que se intenta abordar: predecir la trayectoria que a futuro seguirá una población. De conocerse esta trayectoria, se buscaría saber, entre otras cosas, si hay un número mínimo de individuos requerido para que la población evite la extinción en el largo plazo, cuáles son las causas que llevan al declive de las poblaciones y las medidas que se pueden tomar para revertir dicha trayectoria (Caughley, 1994; Coulson *et al.*, 2001; Morris y Doak, 2003).

Queda ahora clara la relación entre la econometría y la biología de la conservación: en ambas se intentan predecir las trayectorias que seguirán en el tiempo fenómenos relevantes: productos financieros por un lado, y poblaciones por el otro. Dada esta similitud, uno esperaría que las matemáticas formaran parte de la práctica diaria de los biólogos de la conservación. ¿Es este el caso?

COMPRENSIÓN MATEMÁTICA

La respuesta en primera instancia sería que no. Muchas veces, los biólogos implementan un modelo a través de un *software* que lo incorpora. Al igual que muchas otras disciplinas científicas, las altas capacidades computacionales con las que se cuenta actualmente, permiten a los biólogos aplicar modelos complejos con un solo clic. Frecuentemente, un *software* de este tipo, al tratar de ser amigable con el usuario, puede presentar los resultados arrojados por un modelo como gráficas y estadísticos de resumen. Esta facilidad en el uso conlleva el riesgo de que el *software* sea visto como una caja negra y que los supuestos del modelo pasen, como

criticaba Leontief, a un segundo plano (May, 2004). Uno puede discutir sobre la necesidad o no de entender el contenido de una caja negra, pero cuando la viabilidad de las poblaciones de una especie en peligro de extinción está involucrada, puede resultar contraproducente, incluso catastrófico, no comprender un modelo. Además, no comprender un modelo puede llevar a que el biólogo vea el modelo como un oráculo: tomar los resultados arrojados por éste como incuestionables (muy similar a lo que suele ocurrir en la relación entre científicos y el público lego).

Pero, ¿por qué un biólogo se conformaría con usar una caja negra? En general, por la reticencia a comprender la literatura científica que describe modelos matemáticos. Esto lo sugiere el hecho de que, por cada ecuación que se incluya en un texto científico sobre un tema ecológico, se reduce en un 28% el número de citas que este texto recibirá (Fawcett y Higginson, 2012). Dicho en otras palabras, los biólogos tienden a leer literatura sin ecuaciones matemáticas y, de tenerlas, leerán aquellos textos con el menor número de ecuaciones. Así, un texto que presente un modelo con pocas ecuaciones será más leído y por lo tanto, será implementado con mayor probabilidad por un biólogo.

¿Cómo esperaríamos que fuese un modelo con pocas ecuaciones? Con alta probabilidad se trataría de un modelo simple. Esto podría introducir un sesgo: de entre la amplia variedad de modelos matemáticos que se plantean año con año, aquéllos que sean simples podrían acabar siendo los más usados y por lo tanto, los resultados que arrojaran tendrían mayor probabilidad de verse traducidos en políticas de conservación. Surgen entonces las preguntas, ¿es así?, ¿son los modelos simples los más usados? O, por el contrario, ¿lo son los modelos complejos incorporados en un *software*? Y, relacionándolo con la econometría, ¿qué tan complejo es el sistema que se intenta modelar?

Pero hemos venido hablando de los modelos que proyectan el futuro de las poblaciones como algo intangible. Describamos primero estos modelos y veamos su grado de complejidad...

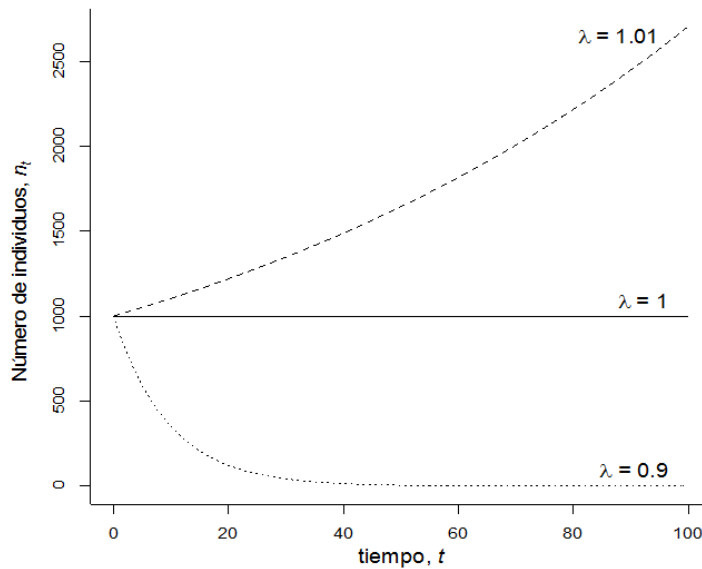
MODELOS POBLACIONALES

Si se quiere proyectar lo que le pasa a una población en el tiempo hay que primero modelar lo que le pasa de una unidad de tiempo a la siguiente, digamos, de un año t a uno $t + 1$. Así, si partimos de una población con n individuos al tiempo t , se esperaría que al tiempo $t + 1$ se tenga una proporción, mayor o menor, de éstos; matemáticamente esto se expresa como:

$$n_{t+1} = \lambda n_t \quad (1)$$

A λ se le conoce como la tasa de crecimiento poblacional y nos dice cuántos individuos tendremos al tiempo $t + 1$ a partir de n individuos que teníamos al tiempo t . Primero, nótese que no estamos modelando el origen de los n_{t+1} individuos: éstos pueden formar parte de los n_t individuos previos, ser nuevos individuos producidos por los n_t individuos o haber llegado de otras poblaciones. Segundo, el valor

de λ nos permite proyectar hacia dónde se dirige la población: si $\lambda = 1$ tenemos que $n_{t+1} = n_t$, *i. e.*, la población conserva el mismo número de individuos de un año al siguiente; si $\lambda > 1$, tendremos más individuos de un año al siguiente, *i. e.*, la población crecerá; y, finalmente, si $\lambda < 1$, la población estará decreciendo en el tiempo y buscaremos revertir dicha tendencia. Así, si nos interesa que una población sea viable a largo plazo buscaremos que λ mínimamente valga uno. Gráficamente, una población que en el año cero tuviera 1000 individuos, tendría, a lo largo de 100 años, las siguientes trayectorias dependiendo del valor de λ que tenga:



Gráfica 1

Así, si una población crece un 1% anual ($\lambda = 1.01$), habrá más que duplicado su tamaño después de 100 años; mientras que si decrece un 10% anual ($\lambda = 0.9$), se habrá extinguido en 40.

Como hemos venido diciendo, los supuestos son importantes. Veamos cuáles subyacen a este modelo simple:

1. La población, si crece o decrece, lo hará exponencialmente.
2. λ no cambia en el tiempo, *i.e.*, las condiciones se mantienen constantes en el tiempo.
3. Todos los individuos siguen el mismo comportamiento poblacional de un año al otro, *i.e.*, producen el mismo número de descendientes, mueren con la misma probabilidad, crecen en la misma medida, etc.

De aquí podemos deducir que, si observamos una población con $\lambda > 1$, la población, al crecer exponencialmente, alcanzará eventualmente tamaños pobla-

cionales infinitos. Si observamos una población con $\lambda < 1$, la población decrecerá inexorablemente hacia la extinción. Esto no parece razonable. Además, no esperaríamos que el ambiente fuera constante a lo largo del tiempo. Muchos factores entran en juego para determinar el ambiente en un año dado, por lo que esperaríamos que la suma de estos factores se tradujera en un ambiente cambiante de un año al siguiente. Finalmente, sabemos que los individuos son diferentes entre sí, por lo que esperaríamos que esto se tradujera en tasas de fecundidad, mortalidad y crecimiento diferenciadas. Como es lógico, un modelo simple tiene muchos bemoles.

Exploremos ahora la manera en que se puede aumentar la complejidad de este modelo y aspirar a un poco más de realismo. Empecemos con el supuesto 3. Un modelo que intente lidiar con este supuesto tomará en cuenta el hecho de que los individuos son diferentes entre sí por su tamaño o por otra característica relevante como edad, sexo, genotipo, etc. Supongamos que los individuos difieren entre sí principalmente por su tamaño. ¿Cómo se introduce el tamaño en el modelo original (ecuación 1)? Haciendo variar n_t y λ con respecto al tamaño, *i. e.*, expresando n_t y λ en función del tamaño. Así, los individuos que tienen un tamaño x en el tiempo t se moverán a un tamaño y al tiempo $t + 1$ con una cierta probabilidad, y tendrán un cierto número de descendientes de tamaño y . Esto se expresa matemáticamente como:

$$n_{t+1}(y) = \lambda(x, y)n_t(x)$$

Nótese que tuvimos que usar diferentes símbolos para el tamaño de un tiempo t al siguiente porque de expresarlo como $n_{t+1}(x) = \lambda(x)n_t(x)$ tendríamos que los individuos no cambiarían de tamaño x de un tiempo al siguiente. Entonces, la función n_t nos dirá cuántos individuos hay de cada tamaño al tiempo t y la función λ nos dirá dos cosas: a qué tamaño se mueven los individuos de tamaño x con mayor probabilidad y qué tamaño tendrán con mayor probabilidad los individuos que nacieron en ese año. Como se puede ver, pasar del modelo original (ecuación 1) a uno que considera el tamaño de los individuos implica empezar a hablar de probabilidades, lo cual incrementa el grado de complejidad conceptual del modelo.

Pero ahora λ ya no es un número que nos dice a dónde se dirige la población en su conjunto. ¿Hay alguna forma de extraer de la función λ algún valor que nos diga qué le pasará a la población en el tiempo al igual que el valor λ en la ecuación 1? Sí, el eigenvalor principal de la función λ . Este es un germanismo para describir la dirección principal a la que la función λ “dirige” a n_t . Por supuesto, como los individuos son diferentes entre sí, se tiene que la población en su conjunto se mueve en diferentes direcciones y por lo tanto n_t . Tomará tiempo para que la dirección principal domine sobre las demás, pero eventualmente la población se dirigirá hacia esa dirección. Al igual que el modelo simple, el eigenvalor principal tendrá las mismas características que el valor λ : un valor de uno hace que la población no cambie en el tiempo, mientras que valores por encima o por debajo de uno harán que la población crezca al infinito o se extinga de manera exponencial. Como el

eigenvalor principal tiene la misma interpretación biológica que el valor λ en el modelo original, conservamos el símbolo λ para el eigenvalor principal y renombramos a la función λ como k , quedando el modelo que toma en cuenta el tamaño de los individuos como:

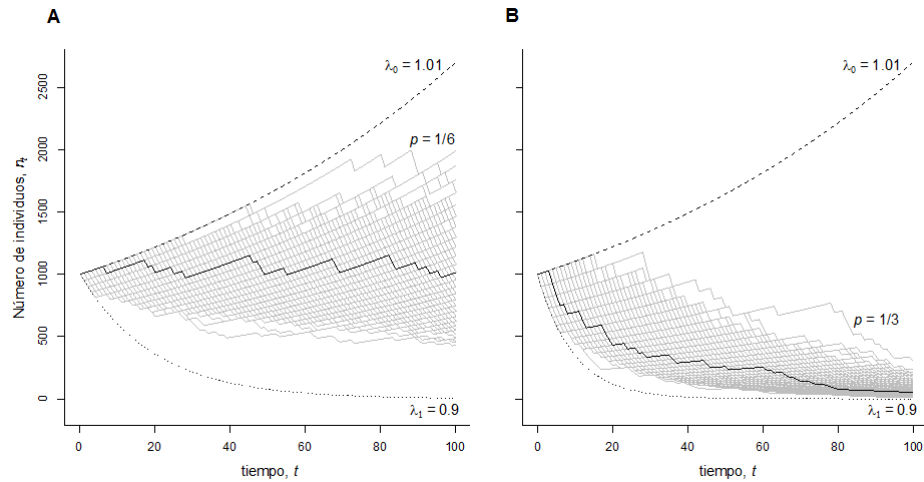
$$n_{t+1}(y) = k(x, y)n_t(x) \quad (2)$$

Una vez que hemos hecho más realista el modelo original al reconocer que los individuos de una población difieren entre sí, uno se puede hacer la pregunta: ¿qué tanto se usa esta versión del modelo? Crone *et al.* (2013) muestran que de 400 artículos científicos que usan modelos para estudiar trayectorias poblacionales tomando en cuenta el tamaño de los individuos, 85 % usan este tipo de modelos. Sin embargo, en este trabajo sólo 11 % de los estudios se hicieron en el contexto de la biología de la conservación. Así que este grado de complejidad no es suficiente para los biólogos de la conservación.

Y con razón, porque el modelo anterior sigue considerando que las condiciones no cambian en el tiempo (supuesto 2). Así, la biología de la conservación reconoce el hecho de que, al estudiar la trayectoria de una población, es importante considerar que ésta puede experimentar cambios azarosos debidos a fenómenos inherentes a una población en peligro de extinción (*e.g.*, deriva génica y efecto Allee) como debidos a un ambiente variable (*e.g.*, disturbios como fuego, tormentas, sequías, etc.) que pueden ser adversos e incluso catastróficos, poniendo en riesgo su viabilidad (Beissinger, 2002). No resulta extraño entonces que los modelos que toman en cuenta la ocurrencia de estos fenómenos sean los usados con mayor frecuencia por los biólogos de la conservación (Beissinger y Westphal, 1998). No todos los cambios son estocásticos: por ejemplo, el cambio climático es, *grosso modo*, direccional, pues se ha estimado la dirección en la que el ambiente cambiará. Otros cambios son periódicos y se repiten entre años (*e.g.*, el fenómeno de “El Niño”) o dentro de un mismo año (*e.g.*, las estaciones). Sin embargo, para analizar el efecto de este tipo de fenómenos las modificaciones al modelo estocástico son menores.

Pasemos entonces a introducir estocasticidad al modelo dado por la ecuación 1. Supongamos que nos interesa saber cómo afecta a una población un evento negativo, pero aleatorio, como lo es la sequía. Supongamos igualmente que la sequía ocurre, en promedio, una vez en un periodo de seis años; *i.e.*, cada año tenemos una probabilidad $p = 1/6$ de que la sequía ocurra. Entonces tendríamos dos valores de λ : uno que describa a dónde se dirige la población en un año lluvioso y uno que describa a dónde se dirige en un año con sequía. Sean estos valores λ_0 y λ_1 , respectivamente. Así, en un tiempo inicial tendremos n_0 individuos y , para saber qué les pasará durante ese año, lanzaremos un dado y , si sale el número uno, usaremos el valor λ_1 en la ecuación 1; si sale cualquier otro número, usaremos λ_0 . Entonces, a lo largo del tiempo, la población saltará de seguir un comportamiento poblacional dado por λ_0 a uno dado por λ_1 . Aunque los saltos serán aleatorios, más frecuentemente la población estará en el estado 0 que en el 1, *i.e.* en un año húmedo que uno seco. Supongamos que en un año lluvioso la población crece un 1 % ($\lambda_0 = 1.01$) y que en un año con sequía la población decrece un 10 % ($\lambda_1 = 0.9$).

Es decir, la población pasa aleatoriamente de un comportamiento creciente a uno decreciente (gráfica 1). ¿Cómo se ve esta trayectoria? Véase la línea negra en la gráfica 2A. Aquí se ve cómo la trayectoria se vuelve errática al saltar la población de λ_0 a λ_1 .



Gráfica 2

¿Qué significan las líneas grises? Hacer un modelo estocástico implica que dejaremos de tener una sola trayectoria de la población en el tiempo, pues para cada combinación aleatoria de años lluviosos y secos por un periodo de 100 años tendremos una trayectoria particular. Así, si exploramos 1000 escenarios aleatorios tendremos 1000 trayectorias aleatorias. Estas son las líneas grises. Como se puede ver, las trayectorias caen entre las dos trayectorias originales: cuando la población sólo se comporta de acuerdo con λ_0 o de acuerdo con λ_1 (gráfica 1). Nótese que, en todas las trayectorias, la población se mantiene viable después de 100 años aun cuando λ_1 predice la extinción de la población. Esto se debe a que el año seco ocurre con una baja probabilidad.

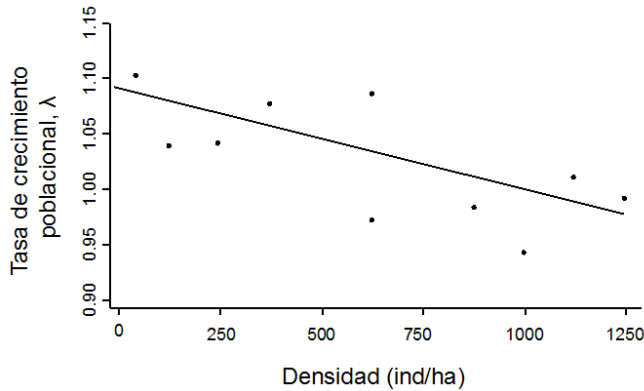
¿Qué pasa si los años secos ocurren con mayor frecuencia? Si la frecuencia con que ocurre la sequía sube de una vez en seis años a una en tres, *i.e.* $p = 1/3$, se tiene la gráfica 2B. Como se ve, al aumentar la probabilidad de que las cosas vayan mal, la población irremediablemente se dirigirá a la extinción. Así, por ejemplo, se espera que el cambio climático aumente la frecuencia e intensidad de las sequías en los desiertos, de las lluvias en los climas húmedos y, en general, de las altas temperaturas en el planeta; esto aumentaría la probabilidad de que las poblaciones de las especies sensibles a estos fenómenos se extingan.

Hemos mostrado entonces cómo se puede aumentar la complejidad del modelo tanto a nivel de los individuos, al considerar que no todos los individuos son iguales, como a nivel de las condiciones ambientales, al considerar que no todos los años las condiciones son las mismas. Pasemos ahora a entender cómo se pue-

de quitar el primer supuesto del modelo original: la población crece/decrece de manera exponencial.

La forma como se puede quitar el supuesto 1 es suponer que hay un límite en el número de individuos que puede haber en una población. Esto tiene sentido, pues en un espacio limitado los recursos son limitados y al alcanzar densidades poblacionales demasiado grandes los individuos comenzarán a competir entre ellos o con individuos de otras especies por estos recursos. Mientras más cerca se encuentre una población de dicho máximo, se esperaría que, por el incremento en la competencia, se tuvieran más muertes, menos fecundidad y menor crecimiento. Se habla así de un modelo densodependiente, pues a mayor densidad de individuos en una población menor será el valor de λ y viceversa.

¿Cómo se introduce densodependencia en el modelo original? Una alternativa es analizar cómo cambia el valor de λ a diferentes densidades. Supongamos que estudiamos 10 poblaciones con diferentes densidades. Tendríamos entonces 10 valores de λ diferentes. Así, esperaríamos tener los puntos como en la gráfica 3:



Gráfica 3

La línea es un ajuste a estos puntos y modela el comportamiento promedio que tendría λ a diferentes densidades poblacionales. Matemáticamente esta línea se expresa como:

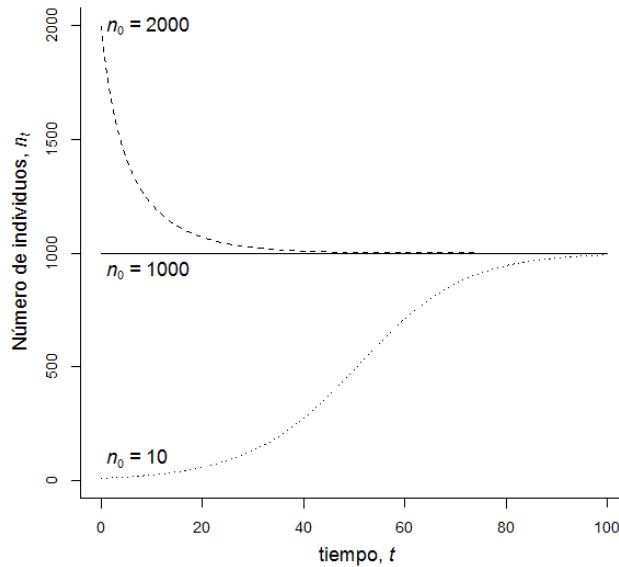
$$\lambda(d) = a + bd \tag{3}$$

donde d es la densidad poblacional. Incorporando esto a la ecuación 1, tenemos entonces una similar a la ecuación 2, pero aquí se toma en cuenta la densidad y no el tamaño de los individuos:

$$n_{t+1} = \lambda(d)n_t$$

Entonces, si la población ocupa un área $A = 1$ hectárea, la densidad para un tiempo t sería $d_t = n_t/A = n_t/1 = n_t$ y ese sería el valor que introduciríamos en

la función λ en cada tiempo t . ¿Cómo se ve esto gráficamente? Supongamos que empezamos en un tiempo 0 con tres poblaciones con diferente tamaño: 2000, 1000 y 100 individuos. Si usamos los valores para a y b en la ecuación 3 de 1.094 y 9.4×10^{-5} , respectivamente, tenemos las siguientes trayectorias:



Gráfica 4

Como se ve, sin importar el tamaño poblacional con el que empiece una población, ésta tenderá a convergir a un valor fijo; en el ejemplo, 1000 individuos. De esta manera, al introducir densodependencia se elimina el crecimiento exponencial, pero requiere tomar datos de distintas poblaciones para estimar un tamaño poblacional al cual se espera que converjan todas las poblaciones.

Obsérvese que hemos modificado el modelo original, un supuesto a la vez. Sin embargo, es posible generar un modelo que considere densodependencia, estocasticidad y diferencias entre individuos. Obviamente, la complejidad del mismo es mucho mayor y es aquí donde el biólogo puede ya sentirse sobrepasado en su comprensión matemática.

Una vez que hemos explorado la manera en que se modifican los tres supuestos originalmente planteados, queda la pregunta: ¿se puede agregar mayor complejidad al modelo? Y, como es de esperarse, la respuesta es: por supuesto. Sirvan como ejemplo un par de supuestos adicionales no considerados en la lista presentada antes:

4. La población no interactúa con otras poblaciones.
5. Los individuos dentro de una población no interactúan entre sí.

Como es de esperarse, modificar estos supuestos implica aumentar aún más la complejidad del modelo original (Beissinger, 2002). La cuestión es, ¿ayuda en algo incorporar más elementos al modelo de manera que sea más complejo?, y ¿tiene sentido seguir el ejemplo de los economistas y aumentar la complejidad de los modelos usados en la biología de la conservación?

COMPLEJIDAD

Teóricamente, uno esperaría que la curva comprensión-complejidad sea asintótica. Es decir, mientras más complejo sea un modelo más nos acercaremos a conocer el sistema que nos interesa, en este caso la trayectoria futura de una población y las causas que determinan dicha trayectoria. Obviamente existe un límite en la comprensión: la total comprensión del sistema. Esto establece un límite en lo alcanzable por un modelo. Al ir relajando supuestos nos acercaremos a dicho límite, pero, al haber un sinnúmero de supuestos inherentes a un modelo, la forma en que se llega a dicho límite debe ser asintótica. Así, debe existir un modelo que, conservando un número relativamente alto de supuestos, se acerque lo suficiente a dicho límite como para servir a nuestros objetivos.

Lo más probable, sin embargo, es que el modelo que sirva para modelar una especie no sirva para otra, pues diferentes factores determinarán las trayectorias poblacionales de diferentes especies (Brook *et al.*, 1997; 2000). De este modo, la cuestión será identificar aquellos factores que, para nuestra especie particular, son los que determinan más fuertemente la trayectoria de sus poblaciones (Brook, 2000; Green *et al.*, 2005). Así, para especies que viven en ambientes muy variables será más importante implementar un modelo que considere estocasticidad ambiental. Mientras que para especies que tienen comportamientos demográficos muy diferentes, dependiendo de la edad que tengan sus individuos (*e.g.*, los corales que son de vida libre en sus primeras etapas de vida y se vuelven sésiles como adultos), será más importante considerar un modelo que contemple diferencias entre individuos debido a su estadio de desarrollo.

Podemos entonces contestar a las preguntas formuladas originalmente: ¿son los modelos simples los más usados? y ¿qué tan complejo es el sistema que se intenta modelar?

Con respecto a la primera, en la biología de la conservación no son los modelos más simples los más usados. Dado que en una población en peligro de extinción los tamaños poblacionales son reducidos, la estocasticidad juega un papel preponderante, pues un evento negativo (que en otras circunstancias podría reducir el tamaño poblacional), en una población reducida puede llevarla a la extinción. Por lo tanto, un modelo simple que no considere estocasticidad no será útil.

Con respecto a la segunda pregunta, queda claro que el sistema es complejo y, al igual que los fenómenos económicos, es dinámico, pues los factores que afectan las poblaciones lo son. La idea entonces es identificar aquellos factores que determinan en mayor medida la dirección en que se mueve una población y generar un modelo que los incorpore.

Así pues, resta por considerar otra crítica de Leontief: la falta de datos con los cuales verificar la capacidad del modelo para reflejar el fenómeno que se busca estudiar. ¿Cuál es la situación en la biología de la conservación?

ATERRIZANDO LOS MODELOS A LA REALIDAD

Para aterrizar los modelos anteriores se requieren diferentes cantidades de datos. Así, para ajustar el modelo más simple (ecuación 1) se necesita estimar el valor del parámetro λ . Si despejamos λ de la ecuación 1, tenemos que:

$$\lambda = n_{t+1}/n_t$$

Es decir, si conocemos el número de individuos de una población en dos años consecutivos, el valor de λ será el cociente de estos números. Así que conocer λ es relativamente sencillo: basta ir una vez al año por dos años y ver cuántos individuos hay en la población de interés. Esto es así porque este modelo es simple en términos del número de parámetros que posee: uno.

Ahora, para ajustar el modelo que toma en cuenta el tamaño de los individuos (ecuación 2) no basta con conocer el número y tamaño de los individuos de una población durante dos años consecutivos (aunque, pecando de autopromoción, *cf.* González y Martorell, 2013). Como el modelo necesita saber las probabilidades que tiene un individuo de pasar de un tamaño a otro de un año al siguiente, así como el tamaño de los descendientes de este individuo, se necesita que los individuos de la población sean seguidos durante al menos un año y ver si sobreviven o mueren, si crecen o decrecen, si se reproducen y, si lo hacen, cuántos y de qué tamaño son sus descendientes. Integrando toda esta información podremos conocer la función k en la ecuación 2. Como se puede uno imaginar, la cantidad de información necesaria es entonces órdenes de magnitud mayor con respecto al modelo original.

Después, para ajustar el modelo que toma en cuenta estocasticidad ambiental necesitamos conocer el valor de λ para cada forma en que un evento ambiental se puede presentar. En el ejemplo que se usó anteriormente sólo había dos tipos de año: lluvioso (0) y seco (1). En este caso necesitamos conocer λ_0 y λ_1 , *i.e.*, necesitamos saber qué le pasa a los individuos de una población durante dos años contrastantes. De igual modo, para ajustar el modelo que toma en cuenta densodependencia, se necesitan estudiar diferentes poblaciones con diferentes densidades. Como se puede imaginar, incorporar eventos ambientales o fenómenos densodependientes más complejos requiere estudiar una población durante mucho más de un año y/o muchas poblaciones durante al menos un año.

Tenemos entonces modelos simples que requieren de pocos datos para implementarse, pero que probablemente pueden dar sólo una idea aproximada, si no es que errónea, sobre la trayectoria que sigue una especie (Beissinger y Westphal, 1998); y modelos lo necesariamente complejos como para proporcionar una buena descripción del sistema, pero que pueden requerir cantidades de trabajo muchísimo mayores. El problema es que generalmente la cantidad de datos disponible

es limitada (Groom y Pascual, 1998; Brook, 2000) y la limitante muchas veces es económica.

Tenemos entonces otra intersección entre la biología de la conservación y la economía. Dejamos el reino de lo deseable y llegamos al reino de lo posible: ¿qué modelos se tienen para qué especies? Se tienen modelos complejos para especies que son de relevancia económica (se estudian más aquellas especies que tienen algún efecto económico para el ser humano, *e.g.* peces comestibles, árboles maderables, insectos plaga, virus y bacterias causantes de enfermedades contagiosas, etc.), poseen cierto atractivo (aunque, como siempre, la belleza está en el ojo de quien la mira), son fáciles de estudiar (*e.g.* hierbas de corta vida *vs.* árboles centenarios) o habitan en países desarrollados (principalmente Europa y Estados Unidos; Crone *et al.*, 2013). Este último aspecto es evidencia de que la ciencia requiere de un incentivo: el dinero. Son únicamente los países que asignan dinero a la ciencia los que se benefician de sus descubrimientos.

Por lo tanto, como todo fenómeno científico, la biología de la conservación parte de un interés por entender y proyectar, de la manera más rigurosa posible, el destino de las especies. Sin embargo, como fenómeno socio-económico, la capacidad del científico para entender un fenómeno complejo dependerá de las habilidades particulares que éste tenga en las diferentes áreas del conocimiento involucradas (y las matemáticas son una de las herramientas más útiles), así como de los recursos que la sociedad le asigne al científico para estudiar dicho fenómeno.

CONCLUYENDO

Los economistas, al incorporar las matemáticas como la herramienta idónea para entender los fenómenos económicos, tienen un gran incentivo para aprenderlas: el dinero. Aún así, los grandes problemas que, en parte, se han debido a la incorrecta utilización de los modelos, harían pensar que la reticencia a entender las matemáticas superaría los costos que genera el no hacerlo. La biología, y en particular la biología de la conservación, se encuentran en la misma encrucijada: la humanidad está alterando un fenómeno mucho más complejo que la economía, la configuración de especies en el planeta. Entender dicho fenómeno, para en dado caso tratar de atenuarlo, requiere y requerirá del uso de las matemáticas. Los modelos que se generen conllevarán supuestos y es importante que se tomen en cuenta al proponer escenarios para lograr la viabilidad de las especies. De lo contrario, las conclusiones que se deriven de éstos serán poco útiles, si no es que contraproducentes, para la conservación de las especies. La economía ha cometido este tipo de errores y los gobiernos de todo el mundo han tenido que lidiar con las consecuencias. Sin embargo, ante el peligro de extinción que corren muchas especies no podemos darnos el lujo de cometer errores similares al plantear políticas de conservación.

BIBLIOGRAFÍA

- Beissinger, S. R., 2002. Population viability analysis: past, present, future. En Beissinger, S. R. y McCullough, D. R. (eds.), *Population Viability Analysis*. Chicago: University of Chicago Press, pp.5-17.
- Beissinger, S. R. y Westphal, M. I., 1998. On the use of demographic models of population viability in endangered species management. *The Journal of Wildlife Management*, 62, pp.821-841.
- Bianco, K. M., 2008. *The Subprime Lending Crisis*. Alphen aan den Rijn, Netherlands: CCH, Wolters Kluwer Law & Business.
- Boyce, M., 1992. Population viability analysis. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 23, pp.481-497.
- Brook, B.W., Lim, L., Harden, R. y Frankham, R., 1997. Does population viability analysis software predict the behaviour of real populations? A retrospective study on the Lord Howe Island woodhen *Tricholimnas sylvestris* (Sclater). *Biological Conservation*, 82, pp.119-128.
- Brook, B. W., 2000. Pessimistic and optimistic bias in population viability analysis. *Conservation Biology*, 14, pp.564-566.
- Brook, B., O'Grady, J., Chapman, A. y Burgman, M., 2000. Predictive accuracy of population viability analysis in conservation biology. *Nature*, 404, pp.385-387.
- Brunnermeier, M. K., 2008. Deciphering the liquidity and credit crunch, 2007-2008. *Journal of Economic Perspectives*, 23, pp.77-100.
- Caughley, G., 1994. Directions in conservation biology. *J. of Animal Ecology*, 63, pp.215-244.
- Chambers, D. R., Kelly, M. A. y Lu, Q., 2010. The role of the constant recovery assumption in the subprime bubble. *The Journal of Alternative Investments*, 13, pp.30-40.
- Fawcett, T. W. y Higginson, A. D., 2012. Heavy use of equations impedes communication among biologists. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109, pp.11735-11739.
- Fazey, I., Fischer, J. y Lindenmayer, D. B., 2005. What do conservation biologists publish? *Biological Conservation*, 124, pp.63-73.
- González, E. J. y Martorell, C., 2013. Reconstructing shifts in vital rates driven by long-term environmental change: a new demographic method based on readily available data. *Ecology and Evolution*, 3, pp.2273-2284.
- Green, J. L., Hastings, A., Arzberger, P., Ayala, F. J., Cottingham, K. L., Cuddington, K., Davis, F., Dunne, J. A., Fortin, M.-J., Gerber, L. y Neubert, M., 2005. Complexity in ecology and conservation: mathematical, statistical, and computational challenges. *Bioscience*, 55, pp.501-510.
- Groom, M. J. y Pascual, M. A., 1998. The analysis of population persistence: an outlook on the practice of viability analysis. En Fiedler, P. L. y Kareiva, P. M. (eds.), *Conservation Biology*. 2a edición. Nueva York: Chapman & Hall, pp.4-27.
- Leontief, W., 1971. Theoretical assumptions and nonobserved facts. *The American Economic Review*, 61, pp.1-7.
- May, R. M., 2004. Uses and abuses of mathematics in biology. *Science*, 303, pp.790-793.
- Mayer, C., Pence, K. y Sherlund, S. M., 2009. The rise in mortgage defaults. *Journal of Economic Perspectives*, 23, pp.27-50.
- Morris, W. F. y Doak, D. F., 2003. *Quantitative Conservation Biology: Theory and Practice of Population Viability Analysis*. Sunderland, MA: Sinauer Associates.

- Primack, R. B., 2012. *A Primer of Conservation Biology*. 5ta edición. Sunderland, MA: Sinauer Associates.
- Soulé, M. E., 1985. What is conservation biology? *BioScience*, 35, pp.727-734.
- Stanton, R. y Wallace, N., 2011. The bear's lair: Index credit default swaps and the subprime mortgage crisis. *Review of Financial Studies*, 24, pp.3250-3280.

⊙ *Esta es una página en blanco.* ⊙

LA COMUNIDAD AGROECOLÓGICA COMO UNIDAD ECOLÓGICA, DE DOMESTICACIÓN Y DE CONSERVACIÓN

Lev Jardón Barbolla[‡]
Mariana Benítez Keinrad[§]

Pese al origen y cambio conjunto e inseparable de la agrobiodiversidad y de la diversidad cultural asociada, ambas insertas en un contexto ecológico e histórico (Altieri y Toledo, 2011; Boege, 2010), el sistema de producción agroindustrial impulsado institucionalmente en México y el resto del mundo desde los años sesenta sigue una lógica mecanicista que conceptualiza a la agricultura como un sistema de producción que requiere de insumos para generar mercancías de manera *eficiente* y *rentable*. Bajo esta lógica, la producción de cultivos se entiende como un proceso aislado de las condiciones ecológicas y culturales locales, y se centra en la producción de monocultivos que se sostienen mediante la aplicación recurrente de fertilizantes, plaguicidas y del uso de maquinaria para la siembra, cosecha, empaque y distribución de los alimentos (tabla 1). Aunado a esto, el enfoque agroindustrial está primordialmente basado en el paradigma genocentrista que deposita en los genes la principal –a veces, en los hechos, la única– agencia causal detrás del desarrollo, evolución, productividad y demás atributos de los organismos y de las plantas cultivadas en particular (Lewontin y Levins, 2007). Es importante mencionar que no obstante las promesas de la agroindustria, este modo de producción ha logrado incrementar la producción de algunos cultivos en los últimos 50 años pero no ha logrado erradicar el hambre (SAGARPA-FAO, 2012) y ha generado un fuerte impacto ambiental en los suelos, el agua y la biodiversidad (tabla 1).

En contraste, la agroecología conceptualiza a los sistemas de producción agrícola como comunidades complejas conformadas por las interacciones entre diversas especies cultivadas y asociadas de plantas, animales, microorganismos, así como el ser humano. Interacciones capaces, en su conjunto, de mantener los procesos biogeoquímicos y bioculturales que han dado lugar a la agrobiodiversidad existente y que garantizan su mantenimiento (y el de recursos como agua, suelo, etc.) a lo largo de las generaciones. Así, la agroecología surge como una disciplina que intenta comprender de una manera más integral los factores ecológicos y sociales

[‡] Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México. / levjardon@yahoo.com.mx

[§] Instituto de Ecología y Centro de Ciencias de la Complejidad, Universidad Nacional Autónoma de México. / mbenitez@iecologia.unam.mx

que se entrelazan en la estructura, función y, en última instancia, coevolución en los sistemas de producción agrícola, con especial énfasis en los sistemas agrícolas campesinos (Altieri, 2002); esta visión integral implica desde nuestro punto de vista un compromiso político, opuesto al modelo agroindustrial y que busca articular el conocimiento generado con la transformación más amplia de las relaciones sociales. Es esta segunda visión la que desarrollaremos con cierto detalle en este capítulo, discutiendo sus principios desde la ecología evolutiva del desarrollo.

	Producción agroindustrial	Producción agroecológica
Tecnología	Genérica, basada en petróleo e insumos externos sintéticos	Específica para cada agroecosistema, basada en la biodiversidad y bajo consumo de insumos externos
Productividad	Alta productividad basada en uso de semillas híbridas y transgénicas	Alta productividad basada en variedades localmente adaptadas y el uso de ecotecias
Agrobiodiversidad	Principalmente monocultivos	Policultivos diversos y adaptables
Biodiversidad asociada	Excluye a la mayoría de las especies locales	Favorece el establecimiento temporal o permanente de especies locales, favoreciendo su conservación en la escala de paisaje
Lógica de uso de recursos	Extractivista; la carga de restauración y conservación se desplaza a la sociedad en general	Controlada localmente para mantener procesos biogeoquímicos localmente
Semillas	Insumo comercial, patentables	Bien común
Diversidad cultural	Tendiente a la homogeneización; aplicación de protocolos genéricos independientes del contexto social	Favorece el mantenimiento local y regional de la diversidad biocultural asociada a la agrobiodiversidad y a la biodiversidad en general
Base de conocimiento	Basada en conocimiento técnico y científico; flujo unidireccional a través de esquemas extensionistas	Pluralidad epistémica; combinación de conocimiento científico integral con conocimiento tradicional; flujo a través de redes de intercambio campesino-campesino
Paradigma científico prevalente	Mecanicistas y de reduccionismo genético	Integral, sistémico; reconoce diversas fuentes de variación y herencia de los fenotipos
Unidad de manejo y conservación	Población de una sola especie	Comunidad agroecológica
*Contribución a la alimentación humana (aproximado)	30 %	70 %
*Recursos de agua y suelo utilizados (aproximado)	70 %	30 %

Cuadro 1: Comparación entre sistemas de producción agroindustrial y agroecológica. (Modificada de Chappell *et al.* (2013) y con información de ETC Group, reporte "With Climate Chaos... Who Will Feed Us? The Industrial Food Chain/The Peasant Food", sept. 2013*)

EN TORNO A LA RELACIÓN ENTRE LA SELECCIÓN ARTIFICIAL
Y EL ORIGEN COMUNITARIO DE LOS AGROECOSISTEMAS

Las modificaciones que la domesticación ha generado en las plantas suelen ser consideradas bajo el término “síndrome de domesticación”. A partir del estudio de los principales granos cultivados (trigo, maíz, arroz), se ubicaron características típicas de dichos síndromes de domesticación, tales como la pérdida de la dehiscencia de las semillas, incremento en el tamaño de las partes útiles de la planta, cambios en los sistemas de dispersión y polinización, etc. (Gepts, 2002; Fuller y Allaby, 2009). El estudio de estos procesos de modificación que han adaptado a las plantas domesticadas al cultivo y uso por parte de los seres humanos ha sido ampliamente abordado y en años recientes se han incrementado los estudios sobre la base genética de esas modificaciones.

Ahora bien, sabemos que los procesos de domesticación de plantas no ocurrieron de manera aislada, sino por lo menos de manera geográficamente localizada, es decir, varias plantas fueron domesticadas en cada región, de manera particularmente acusada durante el surgimiento de la agricultura. Esta convergencia geográfica permitió a Nikolái I. Vavilov proponer la existencia de centros de origen de la agricultura. De lo anterior puede ya derivarse la cuestión de hasta dónde estos procesos de domesticación habrían realmente ocurrido “planta a planta” o bien habrían ocurrido en la forma de una especie de “paquete”; más aún, diferentes autores han documentado cómo la relevancia de la acción humana más o menos dirigida sobre el medio ambiente antecede a la existencia de cultivos propiamente dicha (y, diríamos nosotros, trasciende la existencia de éstos en tiempo y espacio), lo cual ha llevado a hablar de la existencia de ecosistemas domesticados o de paisajes domesticados (Yen, 1989 citado en McKey *et al.*, 2012; Erickson, 2006).

Pero si la lógica de las actividades de las comunidades humanas en el manejo del medio ya hace pensar en que existe una unidad o un proceso más que una colección aislada de elementos domesticados, algunos de los rasgos de las especies individuales que se han modificado durante la domesticación y diversificación, parecen aportar elementos acerca de la naturaleza comunitaria (por el momento sólo en el sentido de la *comunidad vegetal*) del agroecosistema.

Así, una revisión reciente (Meyer *et al.*, 2012) que abarcó una muestra de más de 200 plantas domesticadas, incluyendo cultivos mayores y menores (es decir, desde plantas que son ampliamente cultivadas hasta plantas que sólo se aprovechan en ciertas regiones o localidades del mundo) aporta elementos interesantes que permiten reconsiderar el papel de la selección artificial en el proceso de domesticación y también ubicarla en el contexto del proceso de conformación de la comunidad agroecológica, entendida como el conjunto de especies cultivadas y asociadas que interactúan entre sí y conforman un sistema complejo de producción agrícola (Vandermeer, 1995; Perfecto y Vandermeer, 2010). De acuerdo a esto datos, una gran parte de las plantas domesticadas presenta mayormente modificaciones en la composición y proporción de sus metabolitos secundarios (Meyer *et al.*, 2012), siendo estas modificaciones incluso más frecuentes que otros elemen-

tos tradicionalmente asociados por la teoría al *síndrome de domesticación* (como la pérdida de la dehiscencia de las semillas) como resultado de un sesgo introducido por el estudio más extendido de la domesticación en las gramíneas y leguminosas. Evidentemente, la tendencia general detectada por los autores de esta revisión (Meyer *et al.*, 2012) no necesariamente se sostiene para todas y cada una de las plantas domesticadas, ni esperaríamos que hubiese tenido el mismo grado de intensidad (modificación de los perfiles de abundancia de metabolitos secundarios y las propiedades organolépticas asociadas vía selección artificial). Sin embargo, lo que nos parece relevante del hecho son sus posibles implicaciones, asociadas a otros elementos de los llamados síndromes de domesticación.

Efectivamente, muchos metabolitos secundarios suelen formar parte de respuestas fisiológicas de las plantas a diferentes factores de estrés como la herbivoría (Pickersgill, 2007; Rasman y Agrawal, 2009) al tiempo que algunos de los cambios en el tamaño y número de flores (Zohary, 1999) podrían, al menos potencialmente, ocasionar modificaciones en los procesos de polinización y en sus agentes. Estos cambios tendrían un correlato cuasi forzoso en el sentido de obligarla a una suerte de compensación por la vía del *ambiente*. Las diferentes especies de calabazas (género *Cucurbita*) domesticadas serían un ejemplo interesante por el contraste que se presenta entre la evolución en estado silvestre y la evolución bajo domesticación del contenido de cucurbitacinas. Estos terpenoides son al mismo tiempo mecanismos de defensa contra la herbivoría: sustancias amargas (fuertemente involucradas en el sabor de las diferentes variedades de calabaza), elementos que hacen difícil la digestión para los seres humanos, sustancias que atraen a un escarabajo que es resistente a la toxicidad del compuesto, e incluso elementos activos empleados en la medicina tradicional (Bisognin, 2002; Winkler *et al.*, 2005), todo lo cual genera, sólo en torno a este rasgo, un cúmulo de procesos selectivos simultáneos e incluso contradictorios.

De este modo, es necesario contemplar los procesos de cuello de botella o de selección artificial en el contexto de los sistemas de manejo del agroecosistema y al mismo tiempo de los procesos de formación de cultura que originan determinadas preferencias, no sólo respecto al manejo o cultivo de las plantas, sino inclusive respecto a la forma particular de consumo de éstas.

Al mismo tiempo, algunos autores (Fuller y Allaby, 2009) hablan de que los cambios en los patrones y modos de dispersión de las semillas asociados a muchos síndromes de domesticación, tienen que ver con una convergencia relacionada con la adaptación de las plantas a un conjunto de condiciones ecológicas dictadas por el manejo humano del ambiente; lo anterior querría decir que para el caso de la modificación de la morfología de las semillas, en paralelo a posibles presiones de selección artificial directa, el manejo humano del paisaje habría sido un factor relevante. Es decir, la composición del agroecosistema jugaría un papel central en la red de interacciones que emerge como propiedad nueva en los procesos de domesticación como una forma de resolución de la contradicción sociedad-naturaleza; en esta red de interacciones, el manejo humano del paisaje y los procesos de selección artificial, intrínsecamente ligados a la producción de valores de uso por comunidades

campesinas (Jardón Barbolla, 2015), generarían una doble determinación respecto a las características biológicas de los organismos involucrados, exacerbando y modificando procesos, conformando la línea de tensión dialéctica naturaleza-cultura. De lo anterior se deriva que la emergencia del agroecosistema como unidad de interacción es resultado de un proceso histórico en el que una serie de factores biológicos (a su vez producto de una historia evolutiva previa) se insertan –por la acción humana a través del trabajo– en la reproducción-recreación de la vida social, estableciendo una relación *metabólica* con la naturaleza (Foster, 2000).

Este hecho fortalece la hipótesis de que el proceso de domesticación y, en general, el manejo del agroecosistema por comunidades agrícolas (sean del pasado o del presente), donde la producción de mercancías capitalistas no es el principal eje articulador de la producción, no estaría guiada solamente por el incremento en la magnitud de las cosechas o de la masa neta de nutrientes disponibles, sino también por elementos culturales asociados con la reproducción de formas particulares de alimentos, con un sabor específico, con propiedades gastronómicas y de preparación específicas, acordes a un proceso de formación de la cultura. Esto es relevante no sólo por sus implicaciones para la caracterización del proceso de selección artificial (SA), sino que al mismo tiempo redirige la atención hacia la unidad mayor, el agroecosistema en su conjunto. Así, la dirección y el sentido de un vector que acontece en un plano (el de la selección artificial) generan implicaciones en otros planos (la interacción de las plantas con su medio), que hacen emerger al agroecosistema como entidad. Dicho de otra manera, la selección artificial que ha marcado la pauta¹ de la domesticación /diversificación, probablemente sólo puede ocurrir en el contexto del agroecosistema, es decir, siguiendo una acepción planteada por McKey *et al.* (2012), habría una domesticación del agroecosistema como un todo.

¹ Estamos conscientes de que podría haber otro tipo de procesos de selección artificial, como aquéllos del *mejoramiento* llevado a cabo en el contexto de la agricultura capitalista. Lo que afirmamos aquí es que la forma específica de selección artificial que subyace a la agrobiodiversidad en el plano de las variedades locales de distintos cultivos es una selección artificial que estuvo y está orientada mayormente hacia la producción de valores de uso, mientras que la selección artificial que puede ocurrir como parte del así llamado *mejoramiento* suele orientarse hacia incrementar la producción de valores de cambio.

SOBRE EL ECO-EVO-DEVO DE LA DIVERSIDAD AGROECOLÓGICA

¿Cuál es la mejor manera de enfrentar la diabetes? Podemos hacerlo clínicamente y con insulina, pero a veces es una cuestión de la naturaleza del trabajo del paciente, de su dieta. Si tiene media hora para almorzar y no puede llegar a ningún sitio con alimento seguro, entonces va a la máquina de venta y ahí va a su páncreas. Y así es que los órganos del cuerpo humano son órganos al mismo tiempo biológicos y sociales.

Richard Levins (2015)

El fenotipo (aspecto, fisiología, conducta, etc.) de los organismos puede cambiar plásticamente en función del ambiente en que crece y se desarrolla. El fenómeno de *plasticidad fenotípica* es una fuente de variación fenotípica tan importante que ha llegado a considerarse como un factor que, en conjunto con los aspectos genéticos, celulares y fisiológicos del desarrollo, *causa* el desarrollo de los seres vivos (Gilbert, 2012; Pigliucci *et al.*, 2010). La importancia de la interacción organismo-ambiente ha sido enfatizada desde hace siglos. De hecho, cuando el botánico danés W. Johanssen definió hace más de cien años los términos genotipo y fenotipo, consideraba al genotipo como *el potencial* que un organismo hereda –el potencial de tener ciertos colores, un tamaño máximo, o un conjunto de posibles estados metabólicos– y el fenotipo como las características que un organismo tiene como resultado de su desarrollo, durante el cual medio ambiente y genotipo determinan conjuntamente qué aspectos de su potencial se desarrollan y cómo lo hacen. En 1917 J. B. S. Haldane identificaba al organismo y al ambiente como parte de un mismo sistema, como lo ilustra el metabolismo respiratorio que ocurre dentro y fuera de los organismos, e incluso escribió que “el ambiente está expresado en la estructura de cada parte del organismo”;² esta misma posición fue desarrollada posteriormente por el mismo Haldane en su trabajo clásico sobre la interacción entre naturaleza y crianza (1946), con especial énfasis en problemas agrícolas. Más recientemente, autores como S. Oyama han propuesto que aun la visión *interaccionista* usual del desarrollo resulta limitada puesto que considera a los genes y al ambiente como causas separadas, mientras que –propone Oyama– es imposible definir acciones génicas fuera de un ambiente y acciones ambientales en la ausencia de genes (Oyama, 1985). No obstante, los desarrollos en agronomía y biotecnología de las últimas décadas han estado inscritos en una visión en la que el fenotipo tiende a explicarse fundamentalmente en términos de sus características genéticas (Lewontin, 2000; Lewontin y Levins, 2007). Más aún, esta visión, que puede rastrearse desde la relación un gen - una enzima propuesta desde la bioquímica (Beadle y Tatum, 1941), influye fuertemente a la biotecnología moderna. Este paradigma, que en tanto conceptualiza a los genes y a los caracteres fenotípicos como unidades discretas, es mucho más funcional a la mercantilización de la naturaleza (McAfee, 2003), deja de lado, sin embargo, el hecho largamente sabido de que varios genes pueden interactuar en

² Traducción del original: “The environment is thus expressed in the structure of each part or the organism”, *The Philosophical Basis of Biology*.

la formación de una sola característica y que dio origen a la genética cuantitativa (Fisher, 1918; Castle, 1921; Wright, 1968-1978). Es decir, el paradigma de un gen-una característica corre al margen de la síntesis moderna de la biología evolutiva y también, como veremos, al margen de las discusiones contemporáneas sobre la interacción genotipo-ambiente, tema que había sido explorado por Haldane (1917, 1947), quien fue quizá el más pluralista de los artífices de dicha síntesis (Gould, 2003).

Si bien pareciera existir un acuerdo explícito sobre la relevancia del ambiente en el desarrollo y evolución de los seres vivos, el contexto ecológico y biocultural es rara vez considerado seriamente en los estudios agronómicos³ o incluso en los recientes estudios de genómica de la domesticación. Por el contrario, se favorece la difusión de “paquetes” o recetas desarrolladas en condiciones controladas para su uso en casi cualquier ambiente.

Así como Richard Levins sostiene que cada órgano del cuerpo humano es a la vez biológico y social, afirmamos que el aspecto, sabor y valor nutritivo de una planta cultivada depende de su genotipo, del tipo de suelo, humedad y temperatura del sitio en que crece, pero también de aspectos ecológicos y socioculturales. Por ejemplo, su sabor y valor nutricional pueden depender de si sus flores fueron polinizadas mecánicamente o por un insecto polinizador (Chautá-Mellizo *et al.*, 2012). Esto a su vez depende del paisaje en el que esté inmerso el cultivo (Poveda *et al.*, 2012), y de las técnicas practicadas por el campesino que lo sembró, es decir, de si sembró a la planta en mono o en policultivo, de si utilizó o no insecticidas, lo que en parte está también determinado por las decisiones sobre cómo y qué sembrar, y que necesariamente está asociado al estado de tenencia y uso de la tierra. Cada agroecosistema, cultivo, planta, grano, es a la vez biológico y social.

Un ejemplo claro de esto, que al mismo tiempo permite reflexionar en el carácter colectivo de estas decisiones, fue expresado en diversas sesiones de la escuela zapatista llevada a cabo en diversas comunidades autónomas rebeldes de Chiapas, México, durante los meses de agosto y diciembre de 2013 y en enero de 2014. Allí, las bases de apoyo zapatistas explicaron cómo el problema mismo de la agroecología, consistente en decidir en colectivo qué sembrar, cómo sembrar, dónde dejar crecer un acahual, dónde hacer reserva de monte, dónde trabajar la ganadería comunitaria –asuntos todos que los llevaron a organizarse, formar comisiones, capacitar promotores, organizar colectivos, etc.– sólo pudo existir cuando los pueblos recuperaron el control de la tierra gracias a su propio alzamiento como EZLN. Es decir, en la medida en que los pueblos pueden decidir colectivamente sobre la tierra y el territorio es que se puede gestar y mantener la agrobiodiversidad como parte de la vida misma de los pueblos. No es casual que esta lección no provenga de una institución académica, sino que llegue desde fuera de ella, desde

³ En este contexto vale la pena mencionar la estrategia de “hedgeless hedge” definida originalmente por Roger McCain y que Elisabeth Loyd y Jason Scott Robert identifican en los autores panadaptacionistas o en extremo genocentristas. La estrategia consiste en el *recitado ritual* de los cuestionamientos y limitaciones de sus modelos conceptuales y en la posterior desconexión entre estos cuestionamientos y la manera en que de hecho conceptualiza, experimenta y evalúa la evidencia (Scott Robert, J, 2004. *Embryology, Epigenesis, and Evolution. Taking Development Seriously*. Cambridge University Press.)

la realidad práctica de quienes construyen, luchan y reflexionan sobre su propia práctica. En el camino, es posible esbozar la definición de una unidad de interacción compleja, pues la domesticación/diversificación como procesos no solamente han ocurrido en el marco de la evolución de *comunidades ecológicas* peculiares –los agroecosistemas– sino que esos agroecosistemas han surgido en el contexto de la creación-recreación de identidades culturales específicas. Entender la interacción de estos tres planos de diversidad –organísmico, ecológico y cultural– se vuelve más relevante en un momento en el que todos ellos se encuentran bajo asedio por la expansión de la agricultura industrial del capitalismo.

LA MILPA COMO MODELO DE UNIDAD BIOCULTURAL

Existen en México diversos agroecosistemas (cafetales y cacaotales diversos, huertos en solares, etc.) que tradicional o recientemente se trabajan de acuerdo a los principios de favorecer la diversidad biológica y reducir el uso de insumos externos. Sin embargo, los agroecosistemas más arraigados y distribuidos en México y el resto de Mesoamérica son los que conocemos como la milpa: policultivos en los que tradicionalmente coexisten maíz, frijol, calabaza y decenas de otras plantas domesticadas, semidomesticadas o arvenses y en cuyo contexto se han originado los cientos de razas y variedades de cada una de estas especies. Si bien la base de muchas milpas han sido el maíz, el frijol y la calabaza, éstos son sistemas que las prácticas campesinas han adaptado a las diversas condiciones geográficas, de tipos de vegetación y microclimáticas de un territorio como el de México. Más aún, es en retroalimentación compleja con este policultivo que ha surgido una enorme diversidad cultural y que se manifiesta, entre otros aspectos, en celebraciones, relaciones sociales y preferencias gastronómicas (Altieri y Trujillo, 1987; González Jácome, 2007; Isakson, 2009). En confluencia con la noción del carácter social y biológico de los cultivos y de los órganos del cuerpo humano, la producción de alimentos en el contexto de la milpa ha determinado en buena medida la relación de los pueblos con el medio ambiente, y la nutrición y estado de salud de quienes *hacen milpa*; su simplificación o sustitución por sistemas agroindustriales tiene necesariamente efectos en todos estos ámbitos (García-Barrios *et al.*, 2009).

Si bien el discurso institucional suele presentar a la milpa como una cara de la agricultura campesina que es necesario modernizar, o acaso como una estrategia de “agricultura de conservación”, la conservación y diversificación de las plantas (y animales, microorganismos, etc.) que integran la milpa es un proceso continuo y actual, habilitado por diversas formas de producción en las que el control del territorio y las semillas por parte de los campesinos resulta ser un factor clave. De hecho, son los cientos de variedades de maíz y otras plantas cultivadas en la milpa, y adaptadas a las más contrastantes condiciones ambientales y a la interacción con insectos y otros organismos, las que ofrecen una opción viable ante la perspectiva actual de cambio climático, incertidumbre y riesgo (Boege, 2010).

Por otra parte, desde el punto de vista de la investigación en ecología evolutiva y del desarrollo, el estudio integral de los agroecosistemas permite abordar pre-

guntas fundamentales en la comprensión de los procesos organizmicos, ecológicos y sociales que subyacen tras la domesticación, diversificación y evolución de los seres vivos.

CONSERVACIÓN AUTOSOSTENIDA DE LA AGROBIODIVERSIDAD
vs. LA HOMOGENEIZACIÓN BIOCULTURAL

Una de las líneas de investigación más activas en la actualidad en biología evolutiva es la relacionada con los distintos tipos de herencia transgeneracional que pueden ser relevantes desde una perspectiva ecológica y evolutiva (Grossniklaus *et al.*, 2013; Jablonka y Lamb, 2007). Así como ya se reconoce que existen diversas causas tras el origen de los fenotipos y su variabilidad –mutaciones génicas, plasticidad fenotípica, marcaje epigenético (Pigliucci y Muller, 2010)–, también ha comenzado a admitirse el papel de distintos tipos de herencia transgeneracional en los procesos evolutivos (Herman y Sultan, 2011; Jablonka y Raz, 2009; Kovalchuk, 2012). Efectivamente, como lo plantean Jablonka y colaboradoras en sus publicaciones recientes (Gissis y Jablonka, 2013; Jablonka y Lamb, 2007), aspectos fenotípicos de los organismos, tales como el tamaño, tolerancia a plagas, color, sabor, y otras propiedades de las plantas cultivadas, pueden heredarse de manera estable por diversas vías además de la herencia genética.

Entre estas vías de herencia destacan, para fines de este texto, la herencia epigenética, conductual y cultural, que consideran la herencia de las relaciones organismo-ambiente que contribuyen a la generación y reproducción continua de los fenotipos, generación tras generación (Jablonka y Lamb, 2005). Ejemplo de esto último es la herencia de prácticas familiares o comunitarias (alimentarias, higiénicas, lúdicas, etc.) que se transmiten entre los miembros de un grupo social continuamente y que conllevan la reproducción de ciertos aspectos del metabolismo, apariencia, etc., de los miembros del grupo social. Hasta ahora se han identificado casos paradigmáticos de este tipo de herencia en plantas y animales, incluyendo mamíferos y al ser humano en particular (Kaati *et al.*, 2002).

De hecho, Jablonka y colaboradoras hablan de redes de interacción organismo-ambiente y redes de conductas o prácticas que se retroalimentan, se refuerzan, se heredan por diversas vías y se recrean en cada generación, constituyendo una unidad biocultural, ecológica y evolutiva (ver por ejemplo el caso de la conducta en macacos de Koshima, explicado en Jablonka y Lamb, 2005). En el caso del maíz, existe evidencia experimental que ha demostrado cómo incluso la arquitectura básica de la planta (con ramificaciones largas *vs.* ramificaciones laterales cortas) no es solamente resultado de la composición genética de las plantas para un locus de gran efecto (*tb1*), sino que el fenotipo está fuertemente influenciado por la densidad poblacional (Lukens y Doebley, 1999). De nueva cuenta, lo anterior llama la atención sobre el hecho de que en un contexto de plasticidad fenotípica los procesos evolutivos que llevan a la domesticación y diversificación ocurren en varios planos al mismo tiempo, y que, en tanto que la correspondencia entre genotipo y fenotipo no necesariamente es biunívoca, es necesario considerar que la evolución

de la agrobiodiversidad tiene varios niveles de causalidad (lo cual incluiría, por lo menos, diferentes niveles de selección posibles; Gould, 2001).

Siguiendo esta línea de pensamiento, la conservación de la agrobiodiversidad requiere adoptar una perspectiva más amplia que aquella orientada a conservar únicamente el germoplasma aislado de su ambiente biocultural. De hecho, considerando que como hemos argumentado, el origen, desarrollo, variación y herencia de la diversidad fenotípica depende tanto de las secuencias genéticas y cambios en ellas como de las interacciones organismo-ambiente y de las prácticas socio-culturales asociadas a agroecosistemas como la milpa, la conservación de dicha diversidad fenotípica pasa por garantizar la reproducción biocultural de los procesos que la han generado y la mantienen. Asimismo, es necesario reconsiderar la unidad de producción, manejo y conservación agrícola para hallar la unidad que contenga dichos procesos.

Tomando en cuenta, además, que en el contexto de paisajes fragmentados en el que aún se conservan bosques y selvas, el papel de los sistemas de producción agrícola como puentes o “stepping stones” resulta fundamental para la conservación de la biodiversidad en general (Perfecto y Vandermeer, 2010), por lo que es necesario considerar un cambio en el enfoque de conservación y en las unidades ecológicas de conservación y manejo. Así pues, si desde la perspectiva de la comprensión de la agrobiodiversidad parece necesario redirigir la atención hacia el agroecosistema y sus procesos, desde la perspectiva de la conservación se vuelve necesario redirigir la atención hacia las múltiples líneas de destrucción implementadas por la agricultura industrial –que promueve el capitalismo– contra dichos agroecosistemas y, en particular, contra las comunidades campesinas. Ello deberá implicar una serie de cambios en las relaciones de nuestra teoría con la realidad, pero también en las relaciones que establecemos en nuestra práctica científica con los sujetos que a través de su trabajo han mantenido y creado la agrobiodiversidad, en especial con los pueblos indígenas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los miembros del seminario de *Agroecología y domesticación* del CEIICH por las valiosas discusiones y enseñanzas. Mariana Benítez agradece el apoyo del proyecto UC-Mexus (CN 13-636). Lev Jardón Barbolla el apoyo del proyecto PAPIIT IN 402013.

BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M. A. y Toledo, V. M., 2011. The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *Journal of Peasant Studies*, 38 (3), pp.587–612.
- Altieri, M. A., 2002. Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 93 (1-3), pp.1–24.
- Altieri, M. A. y Trujillo, J., 1987. The agroecology of corn production in Tlaxcala, Mexico. *Human Ecology*, 15 (2), pp.189–220.
- Beadle, G. W. y Tatum, E. L., 1941. Genetic control of biochemical reactions in *Neurospora*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 27, pp.499–506.
- Bisognin, D. A., 2002. Origin and evolution of cultivated cucurbits. *Ciencia rural (Santa María)*, 32 (5), pp.715–722.
- Boege, E., 2010. *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México*. [pdf] Disponible por capítulos en:
http://www.cdi.gob.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=937
- Castle, E., 1921. An improved method of estimating the number of genetic factors concerned in cases of blending inheritance. *Science*, 54, p. 223.
- Chappell, M. J., Wittman, H., Bacon, C. M. *et al.*, 2013. Food sovereignty: an alternative paradigm for poverty reduction and biodiversity conservation in Latin America. *F1000Research*, 2. doi:10.12688/f1000research.2-235.v1
- Chautá-Mellizo, A., Campbell, S. A., Bonilla, M. A., Thaler, J. S. y Poveda, K., 2012. Effects of natural and artificial pollination on fruit and offspring quality. *Basic and Applied Ecology*, 13 (6), pp. 524–532.
- Erickson, C. L., 2006. The domesticated landscapes of the Bolivian Amazon. En Balée, W. L. y Erickson, C. L. (eds.). *Time and complexity in historical ecology*. Nueva York: Columbia University Press.
- Fisher, R. A., 1918. The correlation between relatives under the supposition of mendelian inheritance. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 52, pp.399-433.
- Foster, J. B., 2000. *Marx's ecology: materialism and nature*. Nueva York: Monthly Review Press. pp 200
- Fuller, D. Q. y Allaby, R., 2009. Seed dispersal and crop domestication: shattering, germination and seasonality in evolution under cultivation. *Annual Plant Reviews*, 38, pp.238-295.
- García-Barrios, L., Galván-Miyoshi, Y. M., Valsieso-Pérez, I. A., Masera, O. R., Bocco, G. y Vandermeer, J., 2009. Neotropical Forest Conservation, Agricultural Intensification, and Rural Out-migration: The Mexican Experience. *BioScience*, 59 (10), pp.863–873.
- Gepts, P., 2002. A comparison between Crop Domestication, Classical Domestication and Genetic Engineering. *Crop Science*, 42, pp.1780–90.
- Gissis, S., y Jablonka, E., 2013. *The Transformations of Lamarckism: From Subtle Fluids to Molecular Biology*. Cambridge: The MIT Press.
- González Jácome, A., 2007. Agroecosistemas mexicanos: pasado y presente. *Itinerarios* 6.
- Gould, S. J., 2001. The evolutionary definition of selective agency, validation of the theory of hierarchical selection, and the fallacy of the selfish gene. En Singh, R., Krimbas,

- C. B., Paul, D. B. y Beatty, J. (eds), *Thinking about evolution: historical, philosophical and political perspectives*. Nueva York: Cambridge University Press, pp.208–234.
- Gould, S. J., 2003. *The structure of evolutionary theory*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Grossniklaus, U., Kelly, W. G., Ferguson-Smith, A. C., Pembrey, M. y Lindquist, S., 2013. Transgenerational epigenetic inheritance: how important is it? *Nature Reviews Genetics*, 14 (3), pp.228–235.
- Haldane, J. B. S., 1917. *Organism and environment as illustrated by the physiology of breathing*. New Haven: Yale University Press.
- Haldane, J. B. S., 1946. The interaction of nature and nurture. *Annals of Eugenics*, 13, pp.197–205.
- Herman, J. J. y Sultan, S. E., 2011. Adaptive Transgenerational Plasticity in Plants: Case Studies, Mechanisms, and Implications for Natural Populations. *Frontiers in Plant Science*, 2, pp.1–10.
- Isakson, S. R., 2009. *No hay ganancia en la milpa: the agrarian question, food sovereignty, and the on-farm conservation of agrobiodiversity in the Guatemalan highlands*. *Journal of Peasant Studies*, 36 (4), pp.725–759.
- Jablonka, E. y Lamb, M. J., 2005. *Evolution in Four Dimensions: Genetic, Epigenetic, Behavioral, and Symbolic Variation in the History of Life*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Jablonka, E. y Lamb, M. J., 2007. Précis of Evolution in Four Dimensions. *Behav Brain Sci*, 30 (4), pp.353–389.
- Jablonka, E. y Raz, G., 2009. Transgenerational epigenetic inheritance: prevalence, mechanisms, and implications for the study of heredity and evolution. *The Quarterly Review of Biology*, 84 (2), pp.131–176.
- Jardón Barbolla, L., 2015. De la evolución al valor de uso, ida y vuelta: exploraciones en la domesticación y diversificación de plantas. *Interdisciplina* 3 (5), pp.99–129.
- Kaati, G., Bygren, L. O. y Edvinsson, S., 2002. Cardiovascular and diabetes mortality determined by nutrition during parents' and grandparents' slow growth period. *European Journal of Human Genetics*, 10 (11), pp.682–688.
- Kovalchuk, I., 2012. Transgenerational epigenetic inheritance in animals. *Frontiers in Genetics*, 3, p.76.
- Levins, R., 2015. *Una pierna adentro, una pierna afuera*. [e-book] México, DF: CopIt-arXives y EditoraC3. Disponible en: <http://scifunam.fisica.unam.mx/mir/copit/>
- Lewontin, R. C., 2000. *The triple helix. Gene, organism and environment*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Lewontin, R. y Levins, R., 2007. *Biology Under the Influence: Dialectical Essays on Ecology, agriculture, and health*. Nueva York: Monthly Review Press.
- Lukens, L. N. y Doebley, J., 1999. Epistatic and environmental interactions for quantitative trait loci involved in maize evolution. *Genetic Research*, 74 (3), pp.291–302.
- McAfee, K., 2003. Neoliberalism on the molecular scale: Economic and genetic reductionism in biotechnology battles. *Geoforum*, 34, pp.203–219.
- McKey, D. B., Elias, M., Pujol, B. y Duputié, A., 2012. Ecological approaches to crop domestication. En Gepts, P., Famula, T. R., Bettinger, R. L. (eds.), *Biodiversity in agriculture: domestication, evolution and sustainability*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Meyer, R. S., Duval, A. E. y Jensen, H. R., 2012. Patterns and processes in crop domesti-

- cation: an historical review and quantitative analysis of 203 global food crops. *New Phytologist*, 196, pp.29–48.
- Oyama, S., 1985. *The Ontogeny of Information: Developmental Systems and Evolution*. Duke University Press.
- Perfecto, I. y VanderMeer, J., 2010. The agroecological matrix as alternative to the land-sparing/agriculture intensification model. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107, pp.5786–91.
- Pigliucci, M. y Muller, G. B. (eds.), 2010. *Evolution - the Extended Synthesis*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Pickersgill, B., 2007. Domestication of Plants in the Americas: Insights from Mendelian and Molecular Genetics. *Annals of Botany*, 100, pp.925–940.
- Poveda, K., Martínez, E., Kersch-Becker, M. F., Bonilla, M. A. y Tschardtke, T., 2012. Landscape simplification and altitude affect biodiversity, herbivory and Andean potato yield. *Journal of Applied Ecology*, 49 (2), pp.513–522.
- Rasman, S. y Agrawal, A., 2009. Plant defense against herbivory: progress in identifying synergism, redundancy, and antagonism between resistance traits. *Current Opinion in Plant Biology*, 12, pp.473–478.
- SAGARPA-FAO. *Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en México 2012*. [pdf] Disponible en: <http://coin.fao.org/cms/world/mexico/Publicaciones.html>
- Vandermeer, J., 1995. The ecological basis of alternative agriculture. *Annual Review of Ecological Systems*, 26, pp.201–224.
- Wright, S., 1968-1978. *Evolution and the genetics of populations*. Vols. 1-4. Chicago: University of Chicago Press.
- Winkler, C., Wirleitner, B., Schroecksnadel, K., Schennach, H. y Fuchs, D., 2005. Extracts of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds suppress stimulated peripheral blood mononuclear cells *in vitro*. *American Journal of Immunology*, 1 (1), pp.6–11.
- Zohary, D., 1999. Monophyletic vs. polyphyletic origin of the crops on which agriculture was founded in the Near East. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 46, pp.133–142.

⊙ *Esta es una página en blanco.* ⊙

UN EJEMPLO DE CONTROVERSIAS CIENTÍFICAS: EL DEBATE EN TORNO A LA INTRODUCCIÓN DE MAÍZ GENÉTICAMENTE MODIFICADO EN MÉXICO

Alma Piñeyro Nelson*

En 2001 se publicó un artículo de investigación en la revista *Nature* donde se documentaba la presencia de transgenes en maíces nativos colectados en la Sierra Norte de Oaxaca (Quist y Chapela, 2001). Dicho artículo generó sorpresa puesto que desde 1998 se había establecido una moratoria *de facto* a la siembra a campo abierto de maíz transgénico en el país.¹ Esta moratoria fue implementada dado que: 1) México es el centro de origen y domesticación del maíz;² 2) es el reservorio de la mayor diversidad genética de esta especie y de sus parientes silvestres; 3) no había capacidad suficiente para llevar a cabo esfuerzos de biomonitoreo de la presencia de transgenes en maíces nativos, y 4) los potenciales impactos negativos a la biodiversidad del maíz y prácticas agrícolas asociadas eran mayores que los beneficios potenciales (Serratos, 2009). Por lo anterior, el descubrimiento de transgenes en variedades nativas de maíz provenientes de una zona donde su cultivo es primordialmente para autoconsumo, generó consternación al evidenciar la existencia de vías de entrada de semilla transgénica fértil al país que no estaban siendo monitoreadas adecuadamente (entre otras: cargamentos de maíz importado como grano; semilla de maíz híbrido no analizado, importado para siembra). El proceso de corroboración de la presencia de transgenes en maíces de la Sierra Norte, así como la evaluación del grado de dispersión de maíz transgénico en otras partes del país comenzó de manera inmediata por parte de diferentes agencias del gobierno mexicano, quienes pidieron ayuda a diferentes científicos en estas labores.³ De la mano de estos esfuerzos comenzaría una controversia pública en torno a las implicaciones biológicas, ecológicas, sociales, culturales, de salud y económicas de la siembra y potencial dispersión de maíz transgénico en México.

Desde un inicio, el debate sobre los efectos del uso y dispersión de maíz transgénico en nuestro país involucró a diferentes actores de la sociedad civil: organizaciones campesinas, organizaciones ambientalistas, agricultores de gran escala, repre-

* Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. / almapineyro@gmail.com

¹ Para un resumen del proceso regulatorio en materia de bioseguridad, ver Serratos (2009).

² Para una actualización reciente sobre este tema, ver Kato *et al.* (2009).

³ Para un resumen de las etapas iniciales, ver Álvarez Morales (2002).

sentantes de corporaciones transnacionales de venta de semilla transgénica, funcionarios públicos, representantes de elección popular, así como a investigadores de diferentes áreas del conocimiento. Más de 14 años después del descubrimiento de transgenes en maíz nativo de México dicho debate continúa.

En este capítulo se abordarán las controversias en torno a la interpretación sobre la precisión técnica de los procesos de transgénesis, la selección de líneas transgénicas, la investigación sobre los posibles cambios metabólicos y efectos al ambiente, la salud humana y animal derivados de la generación y uso de plantas transgénicas de interés agrícola, enfocándolo al caso del maíz. Se argumentará que las diferencias en las tradiciones epistémicas entre diferentes gremios dentro de las ciencias naturales son parte importante de la manera contrastante en la que se aborda la interpretación de los mismos fenómenos como la precisión de las técnicas de transgénesis, el flujo de información genética y las propiedades de los genomas; el control posible sobre los procesos evolutivos de las plantas transgénicas cuando éstas son liberadas al ambiente, así como el reconocimiento o no, de riesgos e incertidumbres potenciales en cada nivel de agregación (Álvarez-Buylla y Piñeyro, 2009).

A su vez, el debate en torno a si el uso de la biotecnología de plantas podría ser útil o no para solucionar los problemas agrícolas de México, pasa también por ideas contrastantes sobre el papel que la ciencia, los científicos y los desarrollos tecnocientíficos deben jugar en la reconstrucción de la soberanía alimentaria del país.

EL PROCESO DE TRANSGÉNESIS

La transgénesis es el proceso mediante el cual se insertan genes provenientes de uno o más organismos a un organismo receptor mediante técnicas de ingeniería genética. Este proceso utiliza herramientas de biología molecular para clonar, editar y unir genes diversos en una construcción transgénica. Dicha construcción (también llamada cassette) incluye al menos: un gen promotor, un gen codificante y un gen terminador. Esta construcción puede ser insertada en un vector de transferencia (un plásmido bacteriano) o puede ser utilizada directamente. En el primer caso, la transformación genética se lleva a cabo mediante la infección de tejido en cultivo de la planta receptora con un fitopatógeno que lleva el vector transgénico, el cual, después de la infección, transfiere parte de su secuencia al genoma de la planta infectada. Esta técnica utiliza a la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*, la cual naturalmente puede infectar diversas especies de plantas. En casos donde las plantas receptoras son resistentes a la transformación genética por infección se utilizan métodos físico-químicos donde se modifica la porosidad de la membrana celular o se dispara directamente sobre los protoplastos (células vegetales sin pared celular, mantenidas en cultivo *in vitro*) con microbalas de oro o tungsteno recubiertas con la construcción que se quiere insertar. El DNA insertado de esta manera es incorporado al genoma vegetal mediante mecanismos de recombinación no-homóloga mediados por la maquinaria de reparación del DNA dañado.

Con el fin de distinguir qué plantas/protoplastos incorporaron la construcción transgénica de manera exitosa, comúnmente se incorporan a la misma “marcadores de selección” que son genes que confieren resistencia a antibióticos o herbicidas. Las plantas sometidas a transformación genética son crecidas en medio de cultivo con el antibiótico o herbicida de selección, por lo que aquellas que sobreviven este medio selectivo son transgénicas. Una vez hecho este primer tamizaje, se llevan a cabo otras pruebas moleculares para detectar la presencia del DNA transgénico, determinar el número de construcciones incorporadas, evaluar la integridad de la construcción y después reconstituir una planta completa mediante manipulación de protoplastos o sembrando la progenie transgénica de una planta transformada con *A. tumefaciens* (como es el caso de la planta modelo *Arabidopsis thaliana*). Una vez regenerada la primera generación de plantas transgénicas, se pueden llevar a cabo retrocruzas para generar líneas puras.

El proceso descrito anteriormente es el que comúnmente se utiliza para generar plantas transgénicas, tanto aquellas destinadas a investigación básica, como aquellas destinadas a uso agrícola. A continuación se discuten con más detalle las etapas de este procedimiento donde existe controversia entre científicos.

DE LA EQUIVALENCIA DE LA TÉCNICA DE TRANSGÉNESIS CON OTROS MÉTODOS DE MEJORAMIENTO AGRÍCOLA

Uno de los varios puntos en debate al discutir las técnicas de transgénesis es si este procedimiento puede ser considerado como una mejora o extensión del proceso de mejoramiento genético convencional, basado en cruzas controladas entre individuos de la misma especie o de especies cercanamente emparentadas, o si constituye una manipulación genética que es cualitativamente distinta al mejoramiento convencional.

Los investigadores que consideran que la transgénesis de plantas cultivadas es un perfeccionamiento del mejoramiento convencional, sugieren que la transgénesis representa una aproximación más precisa que las cruzas controladas, ya que en este proceso sólo se transfieren uno o pocos genes, de los cuales además se tiene un conocimiento exacto de los nucleótidos que los conforman, lo que se traduce en una mayor precisión en cuanto al resultado esperado (la proteína recombinante producto del transgén insertado), además de que se puede mantener el genotipo exacto de la planta receptora, puesto que la transformación genética se lleva a cabo sin pasar por el entrecruzamiento sexual, lo que llevaría a la segregación de alelos para una característica particular. A su vez, el mejoramiento convencional basado en cruzas controladas favorece la transferencia de miles de genes adicionales a el/los gen/genes de interés, cuya configuración genética final y efectos en el fenotipo no son controlables.

En oposición a esta postura, otros investigadores consideran que si bien hay un nivel de precisión dado por el conocimiento minucioso de las secuencias genéticas que conforman la construcción transgénica, sigue habiendo un alto grado de incertidumbre en torno al sitio de inserción de dicha construcción, los efectos des-

estabilizadores de la misma, así como las posibles interacciones genéticas con los genes endógenos, fenómenos que no pueden ser previstos de antemano (ver la siguiente sección).

La crítica a la noción de que el proceso de transgénesis es una simple extensión del mejoramiento genético tradicional, se basa no sólo en que el método de transferencia comúnmente utilizado es impreciso, sino también en el hecho de que este proceso trasciende las barreras naturales del entrecruzamiento entre especies, al hacer posible la inserción de genes provenientes de organismos lejanamente emparentados (como bacterias, animales o plantas) que no llegarían a entrecruzarse de manera espontánea en un entorno natural, provenientes de linajes que tienen una historia evolutiva independiente. En este sentido, la transgénesis es cualitativamente distinta que el mejoramiento agronómico tradicional basado en cruza controladas y tiene como resultado la introducción de secuencias genéticas que no comparten una historia evolutiva común. Por otro lado, dichos transgenes suelen estar constitutivamente activados al estar regulados por (trans)genes promotores fuertes que no se ven afectados por los procesos de regulación genómica de la planta receptora. Esta característica tiene implicaciones adicionales en torno a la posibilidad de afectar procesos de desarrollo de la planta receptora a través de interacciones genéticas y epigenéticas de los transgenes con los genes endógenos. En la siguiente sección se discute este punto en el contexto del entendimiento sobre las propiedades dinámicas de los genomas.

DE LA UNIDIRECCIONALIDAD DEL FLUJO DE LA INFORMACIÓN GENÉTICA Y LAS PROPIEDADES GENÓMICAS EN LOS EUKARIOTES

Los organismos transgénicos comercializados actualmente presentan características novedosas basadas en la presencia de uno o pocos transgenes. Esta aproximación se debe tanto a limitantes técnicas –el co-transformar una sola planta con varias construcciones transgénicas a la vez disminuye la viabilidad de las plantas sometidas a transgénesis– como a limitantes biológicas, ya que rasgos como tolerancia a salinidad, resistencia a sequías o heladas, son conferidos por loci de caracteres cuantitativos que involucran muchos (>50) genes.

A su vez, la aproximación transgénica actual está basada en una simplificación del dogma central de la biología molecular (Crick, 1970), en donde se asume que el flujo de la información genética va siempre en la dirección: DNA > RNAm > proteína y que dicho proceso es independiente del contexto genómico en el que se encuentra un gen particular. Es decir, la expresión genética, transcripción de RNAm y la síntesis de proteína se darán sin importar dónde fue insertada la construcción transgénica, cuántas copias de la construcción fueron integradas en el genoma receptor, y qué genes endógenos están en cercanía física con la construcción, por lo tanto, la adición de una o más copias de la construcción transgénica no afectarán la dinámica del genoma receptor, puesto que se ve como un proceso sumatorio y se asume que el genoma es una entidad estática. Esta lógica ignora un hecho ya considerado por Crick (1970) cuando propuso el dogma, en donde dicho autor

ya consideraba la retrotranscripción de RNA hacia DNA como algo posible en los procesos de transferencia de información hereditaria. Este mismo razonamiento se extiende al perfil proteico de la planta transgénica: la proteína recombinante fruto de la transgénesis se sumará al repertorio proteico pre-existente. Este último punto es de suma importancia, pues es el que sostiene el principio de equivalencia sustancial con el cual los organismos transgénicos son considerados básicamente equivalentes a sus contrapartes no transgénicas y, por lo tanto, no es necesario etiquetarlos o trazarlos en la cadena alimentaria y productiva. Este supuesto de equivalencia sustancial ha sido ampliamente debatido.⁴

Esta visión en torno a los procesos de transcripción genética y síntesis de proteínas está anclada en una visión unidireccional del flujo de la información genética y parece olvidar que desde la década de los sesenta del siglo pasado, con los descubrimientos de François Jacob y Jacques Monod sobre el operón Lac en bacterias, se demostró que un gen podía ser transcrito de manera diferencial dependiendo de las necesidades fisiológicas del organismo, mientras que otros investigadores demostraron la existencia de la retrotranscripción viral. Trabajos posteriores mostraron otro nivel de regulación génica basada en la edición diferencial de moléculas de RNAm (*splicing* alternativo), en tanto que experimentos en la década de los noventa, con las primeras líneas de plantas transgénicas, encontraron que podía haber silenciamiento de transgenes dependiendo del número de copias incorporadas en el genoma receptor,⁵ mientras otros estudios documentaron que los promotores constitutivos utilizados comúnmente en las construcciones transgénicas podían activar o reprimir genes endógenos de una planta aun a largas distancias (Kapoor *et al.*, 2005). Estudios posteriores a nivel de genómica también sugieren que la estructura del genoma es importante para mantener la homeostasis celular. A su vez, estudios desde la genética del desarrollo, área de la biología enfocada en entender cómo la acción de ciertos genes homeóticos (que codifican de manera primordial factores de transcripción) afectan la polarización de los embriones (eje antero-posterior, dorsal-ventral) y la generación de distintos linajes celulares (desarrollo de tejidos específicos) en los organismos multicelulares, han demostrado que cambios pequeños en uno o pocos genes durante ciertas etapas del desarrollo embrionario o en la transición de un estado fisiológico a otro (por ejemplo en la transición del crecimiento vegetativo al reproductivo en plantas con flor), pueden tener efectos drásticos en el fenotipo y que dichos efectos tienen que ver tanto con los genes que son subsecuentemente activados o reprimidos por la acción de la expresión temprana de estos otros factores de transcripción, tanto por la posición que dichos factores de transcripción juegan en las redes de regulación genética.⁶

Añadiendo otra capa de complejidad al proceso de desarrollo de los seres vivos, está el hecho de que el ambiente puede afectar la expresión genética y por lo tanto cómo se desarrollará un organismo. Prueba de lo anterior son los efectos teratogénicos de ciertos químicos que pueden causar malformaciones en embriones

⁴ Para un resumen, ver Antoniou, Robinson y Fagan (2012).

⁵ Para un resumen, ver Iyer *et al.* (2000).

⁶ Para un texto general al respecto, ver Carroll (2005).

en desarrollo. Este tipo de respuestas a los parámetros ambientales ocurre también, de manera preponderante, en plantas.

Los ejemplos mencionados anteriormente muestran la retroalimentación dinámica que hay entre el genoma de un organismo, su fisiología y su relación con el ambiente externo. A su vez, estudios recientes sugieren que la configuración proteómica de un organismo transgénico vs. su contraparte no transgénica puede ser distinta, aun si ambos organismos son cultivados bajo las mismas condiciones y compartiendo el mismo fondo genético (Zolla *et al.*, 2008), lo que sugiere que la producción de una proteína recombinante no se da en el vacío y que su síntesis puede modificar el perfil proteómico de todo el organismo, poniendo en tela de juicio el principio de equivalencia sustancial. Si dichas modificaciones del proteoma son inocuas o no, es un tema que no ha sido investigado con suficiente profundidad.

DE LA PREDECIBILIDAD/CONTROL DEL USO DE OGMs UNA VEZ QUE ÉSTOS HAN SIDO LIBERADOS AL AMBIENTE

La complejidad inherente de los procesos descritos en la sección anterior se puede ver magnificada una vez que un organismo transgénico es introducido al agroecosistema, ya que en este ambiente dicho organismo estará sujeto a fluctuaciones ambientales y puede ser afectado por la interacción con otros seres vivos presentes tanto en la microbiota del suelo, como las plantas y animales circundantes. Estos fenómenos contrastan con el ambiente controlado presente en los invernaderos y parcelas experimentales donde fueron cultivadas las generaciones anteriores de un cultivo transgénico. A su vez, una vez liberado al ambiente, un organismo transgénico tiene la posibilidad de entrecruzarse con sus contrapartes convencionales y con sus parientes silvestres.

En el caso de México, el ambiente agrícola es diverso y los diferentes sistemas agrícolas favorecen en mayor o menor medida el flujo génico, así como la incorporación de nueva semilla al acervo local (Dyer *et al.*, 2009). Por lo tanto, en nuestro país no se puede hablar de un sólo tipo de agricultura, ya que las prácticas agrícolas de amplias regiones del norte del país son mucho más parecidas al esquema de agricultura industrial de altos insumos practicada de manera abundante en países como Estados Unidos: grandes extensiones (más de 100 hectáreas) donde se siembra un cultivo solo (monocultivo) utilizando un paquete tecnológico que incluye el uso de semilla híbrida, fertilizantes derivados de petróleo y pesticidas. En este esquema, suele haber un flujo más predecible de agua (por ser agricultura de riego) así como acceso a maquinaria pesada (tractores, cosechadoras) que facilitan la siembra, aspersión de pesticidas y cosecha. En contraste, otros sistemas agrícolas en México son desarrollados en pequeñas parcelas (menos de 2 hectáreas), comúnmente bajo sistema de policultivo (varias plantas cultivadas juntas: maíz, frijol, calabaza, entre otros) y en un esquema de pocos o nulos insumos externos (fertilizantes derivados de petróleo, pesticidas). Además, en la agricultura de pequeña escala los agricultores son dueños de su semilla y en cada ciclo

agrícola seleccionan de su cosecha el grano que servirá de semilla en el siguiente ciclo agrícola. Estas prácticas han favorecido la adaptación local a diferentes tipos de agroecosistemas, además de propiciar la diversificación fenotípica y genética del maíz, del que hoy en día existen alrededor de 60 variedades nativas (Kato *et al.*, 2009). Estas mismas prácticas pueden favorecer la dispersión de un transgen al interior de una población de maíz (Dyer *et al.*, 2009), lo que puede traer problemas legales para los agricultores cuyos acervos de semilla contengan transgenes, al ser sujetos potenciales de demandas por infracción de la patente de las construcciones transgénicas. En este escenario, los agricultores se encuentran en la indefensión jurídica, puesto que la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados no contempla la infracción no deliberada de patentes; tampoco anticipa quienes son las instancias responsables de resarcir los posibles daños ocasionados a un agricultor por la presencia de transgenes en sus acervos de semilla.

En este contexto, varios de los proponentes del uso de maíz transgénico han planteado la opción de dividir el país en norte y centro/sur, permitiendo la siembra de maíz transgénico en el norte del país donde se practica una agricultura de tipo industrial, mientras que se prohíbe la siembra de este tipo de cultivos en el centro/sur del país, donde la agricultura preponderante es de pequeña escala y donde está el mayor número de variedades nativas.

Este planteamiento tiene varios problemas. Por un lado, el flujo génico puede darse a largas distancias por el flujo de semilla transgénica que después es sembrada en vecindad con plantas no transgénicas. El flujo génico mediado por flujo de semilla en el contexto de especies de amplio uso agrícola es probablemente mucho más importante que el flujo génico mediado por flujo de polen, cuyo rango de dispersión es mucho más restringido. Por otro lado, en el norte del país existe un número notable de variedades de maíz nativo que siguen sembrándose aún (Kato *et al.*, 2009; Consejo Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad,⁷ 2011), también susceptibles al flujo de transgenes.

Por último, el reglamentar límites geográficos al uso de semilla transgénica como medida que pretende garantizar la coexistencia sin flujo transgénico es algo que ya se ha hecho y no ha funcionado en el país. Ejemplo de lo anterior es la detección de transgenes en poblaciones silvestres de algodón (*Gossypium hirsutum*) en Oaxaca, a pesar de que existía una restricción de siembra de algodón transgénico más allá del sur del estado de Guanajuato (Wegier *et al.*, 2011). En el caso del maíz, a pesar de existir en los hechos una moratoria a la siembra a gran escala de maíz transgénico desde 1998, varios estudios han detectado presencia de transgenes en bajas frecuencias en zonas localizadas del país (Quist y Chapela, 2001; Serratos-Hernández *et al.*, 2007; Piñeyro-Nelson *et al.*, 2009a; Dyer *et al.*, 2009). Una de las restricciones más importantes en las labores de biomonitorio y segregación de organismos transgénicos es que éstos son fenotípicamente idénticos a sus contrapartes no transgénicas, por lo que no existen métodos directos y de fácil aplicación para diferenciarlos, mientras que algunos métodos moleculares utilizados son menos certeros de lo esperado (Piñeyro-Nelson *et al.*, 2009b).

⁷ http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Elementos_2011_2.pdf

En este contexto, y dado que la mayoría de los cultivos transgénicos disponibles en el mercado internacional presentan dos características: tolerancia a herbicidas (casi en su totalidad es resistencia a glifosato, por la adición de un gen bacteriano para la enzima EPSPS, Sintetasa 5-enolpiruvilsiquimato-3-fosfato, la cual es insensible a los efectos competitivos del glifosato y permite continuar la vía de síntesis de aminoácidos aromáticos) y resistencia a ciertos insectos (por expresar alguna variante de proteína Cry aislada de la bacteria *Bacillus thuringensis* y especies cercanas) que no son plaga en el país. Estos dos tipos de desarrollos no solucionan los problemas agrícolas del país (baja productividad, sequía, salinización de suelos, entre otros) y no son sustentables a largo plazo puesto que se ha comprobado que la aspersión de herbicida glifosato en plantas transgénicas tolerantes a este agroquímico ha favorecido la evolución de malezas resistentes al mismo,⁸ mientras que la producción endógena de proteínas Cry en plantas transgénicas ha representado una presión de selección para los insectos blanco, habiendo ya poblaciones resistentes de 5 de 13 especies consideradas plaga (Tabashnik *et al.*, 2013). En el caso de México, las líneas de maíz transgénico resistentes a herbicida estarían en oposición a los sistemas de policultivo practicados en el país, mientras que los fenómenos de flujo génico e introgresión de diferentes transgenes en variedades nativas de maíz podría generar efectos no esperados a mediano y largo plazo (Turrent *et al.*, 2011). Además, implicarían el consumo masivo y sostenido de herbicidas como el glifosato, el cual es absorbido por las plantas resistentes a este herbicida.

Este último punto es particularmente importante a la luz de recientes investigaciones que sugieren una correlación entre el consumo de maíz transgénico tolerante a herbicida y signos de toxicidad metabólica, además de una mayor susceptibilidad a enfermedades en animales de laboratorio (Serálini *et al.*, 2012). También se han hecho estudios que demuestran los efectos teratogénicos del glifosato durante el desarrollo embrionario, aún en concentraciones por debajo de las legalmente permitidas (Paganelli *et al.*, 2010) y su bioacumulación en el ambiente y en el cuerpo humano (López *et al.*, 2012). En el caso de las proteínas Cry, éstas tienen actividad coadyuvante en la generación de respuestas inmunes (López-Revilla y Martínez Debat, 2013). Estos descubrimientos son un factor adicional de consternación, dado que el maíz es uno de los alimentos base de la dieta en México, consumiéndose con poco procesamiento en altas cantidades por un sector amplio de la población (Bourges, 2013). Lo anterior aumenta las posibilidades de que se generen efectos negativos a gran escala por el consumo crónico de maíz transgénico.

Los diferentes ámbitos nacionales en donde la introducción de maíz transgénico a México resulta problemática y puede conllevar riesgos inaceptables han sido descritos por varios autores (Álvarez-Buylla y Piñeyro, 2013). En contraste, otras obras plantean la necesidad de usar esta tecnología para abonar a la solución de diversos problemas agrícolas en el país, bajo un óptica optimista, y a su vez ingenua, de los alcances de este tipo de desarrollos tecnocientíficos para solucionar problemas de naturaleza multifactorial (Bolívar-Zapata, 2011).

⁸ Para un recuento actualizado de malezas resistentes, ver *International Survey of Herbicide Resistant Weeds* <http://www.weedscience.org/summary/home.aspx>

DE LA CAPACIDAD DE LA TECNOCENCIA
PARA PROVEER DE SOLUCIONES A PROBLEMAS SOCIALES

El debate entre investigadores en torno a lo deseable o indeseable del uso de organismos genéticamente modificados en general, y de maíz transgénico en particular en el contexto mexicano, trasciende la deliberación en torno a las características tecnocientíficas de estos desarrollos y está más cercanamente relacionada con las prácticas epistémicas. Permean las concepciones sobre la habilidad de la tecnociencia para dar solución a problemas complejos que abordados desde una óptica simple son presentados como meramente retos tecnológicos, sin embargo, dichos problemas están fuertemente relacionados con fallas estructurales, que en el caso de México se relacionan con una política de Estado desmanteladora de la agricultura de pequeña y mediana escala. Algunos de los fenómenos involucrados son el sesgo en los programas de apoyo al campo, donde se concentra el otorgamiento de créditos para agricultores tecnificados (de mediana y gran escala), en decremento de los pequeños productores. A su vez, la eliminación de un precio de garantía para las cosechas afecta más a los pequeños productores, quienes no pueden compensar el bajo costo del kilo de maíz con un alto volumen de producción. Los precios del maíz se ven afectados por la importación de maíz adquirido por debajo del costo de producción desde Estados Unidos, fenómeno que se ha incrementado anualmente, exacerbando sus efectos en la distorsión del precio del maíz a partir de la eliminación progresiva de aranceles a la importación de grano de maíz⁹ desde el vecino del norte, medida que fue negociada en el seno del Tratado de Libre Comercio para América del Norte. Dicha eliminación de aranceles fue diseñada en el contexto de una política agrícola que buscaba desincentivar el cultivo de maíz para dar paso al cultivo de hortalizas y otros productos exportables. Por último, se ha favorecido el desmantelamiento de las escuelas y centros de investigación agrícola del país. Esta estrategia, más la precarización del empleo rural, han favorecido el despoblamiento del campo. Todos estos fenómenos, muchos de los cuales no están directamente relacionados con problemas tecnocientíficos sino con medidas de ajuste estructural implementadas mediante políticas públicas sostenidas a través de varios sexenios, son los que es necesario abordar si se pretende mejorar la situación de producción de maíz y otros cultivos en México.

Otra arista en la que hay diferencias racionales en torno al uso de maíz transgénico en el país, es el nivel de incertidumbre y riesgos anidados que son considerados aceptables para la implementación de una tecnología. Aquellos que mantenemos una postura crítica ante la introducción de maíz transgénico en México, tomamos en cuenta los diferentes niveles de agregación e interacciones novedosas no previstas que aumentan el grado de incertidumbre sobre los riesgos potenciales del uso de esta tecnología en el contexto mexicano (Álvarez-Buylla y Piñeyro, 2008; Álvarez-Buylla *et al.*, 2013). Bajo esta óptica, el principio de precaución es aludido como un elemento normativo de la postura a tomar al analizar el uso de estos

⁹ Lo que ha sido registrado en la prensa, por ejemplo: <http://eleconomista.com.mx/industrias/2014/01/07/rompen-record-importaciones-mexicanas-maiz>

desarrollos biotecnológicos, puesto que el principio de precaución enunciado en el Principio 15 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992) fue retomado como un punto central del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2000).¹⁰ Dicho principio dice: “Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente”.¹¹

En contraste, otros investigadores consideran que dicho principio es demasiado restrictivo y al basarse en poca evidencia empírica/experimental de daño, sólo favorece el retraso en el uso de una tecnología que podría ayudar a resolver problemas agrícolas urgentes. Esta postura se ve reforzada por la concepción de que los organismos transgénicos son entidades producto de la extensión del mejoramiento genético tradicional (discutido previamente) y la aceptación del principio de equivalencia sustancial. Recientemente se ha incorporado en el discurso que favorece el uso de esta tecnología la noción de que dada la evidencia que se ha acumulado en los últimos años, en torno a la abundancia de procesos de transferencia genética horizontal, los organismos transgénicos no son algo novedoso en la naturaleza, otro supuesto que, de nuevo, ignora el proceso de eliminación o estabilización de secuencias exógenas que ocurre en dichos procesos de transferencia horizontal, así como el hecho de que en aquellas instancias de transferencia horizontal donde el DNA integrado ha sido mantenido en genomas eucariontes, esto ha ocurrido esporádicamente (Keeling y Palmer, 2008).

Como se apunta brevemente en las secciones anteriores, el debate académico en torno a la introducción de maíz transgénico en México pasa por visiones contrastantes en torno a la complejidad genómica y ecológica de los seres vivos, a las diferentes evaluaciones en torno a la capacidad de la humanidad (o de los científicos en particular) para ejercer control sobre los desarrollos tecnológicos creados, una vez que éstos han dejado el laboratorio o la parcela experimental, así como a diferencias en el análisis de las causas de la crisis existente en el campo mexicano y las estrategias para solucionar dicha crisis, así como al papel que debe jugar la sociedad civil en decidir qué tipo de tecnologías y riesgos concomitantes está dispuesta a aceptar. A su vez, hay un mayor o menor optimismo en torno a cómo la tecnociencia puede ser usada para ayudar a solucionar problemas de corte social, así como visiones contrastantes en cuanto al valor cultural y social del maíz, un cultivo que ha sido base para el desarrollo de las civilizaciones mesoamericanas precolombinas y que sigue teniendo una importancia nodal como objeto simbólico en la identidad de muchos pueblos indígenas y mestizos del país (Boege y Vidriales, 2008).

¹⁰ <http://bch.cbd.int/protocol/publications/cartagena-protocol-es.pdf>

¹¹ <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>

REFLEXIONES FINALES

El debate en torno a la introducción de maíz transgénico al país ilustra una situación donde han habido posiciones encontradas en torno a un desarrollo tecnocientífico, situación que ya había ocurrido antes en, por ejemplo, el uso de los conocimientos sobre elementos radioactivos y física cuántica para la elaboración de bombas atómicas. Salvando las distancias con esta polémica, el caso de la introducción de maíz transgénico en México es uno en donde los desacuerdos entre científicos se ha desbordado hacia la arena pública, puesto que este tema desde un inicio fue importante para organizaciones ambientalistas, campesinas, tomadores de decisiones y ciudadanos. Este es entonces un caso en donde investigadores con prestigio académico se han visto confrontados, poniéndose en evidencia las diferencias en las tradiciones epistémicas entre científicos que suelen ser agrupados de manera amplia en el área de “ciencias de la vida”. En este sentido, si bien hay un conocimiento básico compartido en torno a, por ejemplo, la estructura del DNA, las visiones en torno a cómo el genotipo afecta el fenotipo y qué tan fuertemente se puede establecer causalidad entre la transcripción de uno o pocos genes y sus efectos en el fenotipo, no son necesariamente comprendidos de la misma manera, ya que entre algunos investigadores suele haber la idea de que el organismo (fenotipo) es la suma de sus partes (genes individuales), mientras que otros investigadores proponen que el organismo (fenotipo) es más el resultado de interacciones entre redes de regulación genética cuyos componentes, aislados del contexto y dinámica de la red genética a la que pertenecen, son incapaces de recrear un fenotipo, en particular, caracteres complejos como tejidos, órganos, respuestas al ambiente, etc. Otro de los puntos nodales en la discusión es la importancia dada a las interacciones ecológicas entre organismos y cómo éstas pueden afectar la trayectoria evolutiva de las especies involucradas. Dado que estas interacciones no suelen ser lineales, predecir con un alto grado de certidumbre los efectos a mediano y largo plazo es imposible, motivo por el cual la capacidad para “controlar” el desempeño/desarrollo/interacciones ecológicas de un organismo con características novedosas, como son los organismos transgénicos, es considerada por algunos ilusoria. En este contexto se vuelve importante el mantener una aproximación holística para entender y proyectar los posibles beneficios, riesgos e incertidumbres del uso de una biotecnología, con el fin de informar las decisiones sobre estas tecnologías que tienen el potencial de afectar de manera directa a una parte importante de la población. A su vez, es importante considerar la existencia de estrategias y tecnologías alternativas.

Si bien en este texto se intentó hacer un resumen de las posturas contrastantes entre investigadores en torno a problemática de la siembra (y consecuente consumo masivo) de maíz transgénico en el país, es importante anotar que no todos los actores involucrados son opinadores libres de conflictos de interés. Dicho conflicto de interés emana de ser potenciales beneficiarios económicos de la implementación de esta tecnología en el país, vía la obtención de financiamiento privado para sus investigaciones por parte de empresas agrobiotecnológicas, así como por tener

patentes sobre innovaciones biotecnológicas cuyo uso depende de la expansión de la tecnología transgénica en el país y en otras partes del mundo. En este contexto, el presentarse como un investigador libre de sesgo e interés personal en el tema, engaña al público y trafica con el prestigio del que aún goza la comunidad científica en su conjunto en el país. El fenómeno de conflictos de interés, cada vez más común en otros países, requiere de una discusión a fondo en torno a los criterios de transparencia e imparcialidad que deben ser promovidos cuando se llevan a cabo discusiones entre científicos sobre el uso de nuevas tecnologías. En este sentido, es cada vez más común que algunos científicos sean promotores activos y agentes de ventas de sus tecnologías. Un ejemplo reciente de este tipo de situación es la batalla legal por quiénes detentan los derechos sobre una nueva tecnología que promete superar los alcances de las diferentes tecnologías de DNA recombinante utilizadas en procariontes y eucariontes hasta el momento: la tecnología de edición genómica llamada CRISPR-Cas9 (Pennisi, 2013). La pelea legal actual se desarrolla entre diferentes investigadores en Estados Unidos y Europa, quienes alegan ser los innovadores iniciales de esta tecnología con la que podrían obtener billones de dólares (Regalado, 2014). Este ejemplo es de los más recientes que ilustran la mercantilización del conocimiento y tecnologías derivadas, muchas de ellas realizadas en universidades públicas pagadas por los contribuyentes, lo que abre a su vez otro frente de discusión: ¿Quién/es debe/n ser los principales beneficiarios económicos de innovaciones realizadas con capital público?

Como investigadores formados al seno de instituciones públicas como la UNAM, debemos transmitir a las siguientes generaciones la búsqueda crítica por un entendimiento profundo tanto cuando somos confrontados con temas de estudio, como cuando somos partícipes de la discusión en torno al uso de aplicaciones tecnocientíficas que afectarán a una parte considerable de la población.

AGRADECIMIENTOS

Las reflexiones presentes en este capítulo no serían las mismas sin la retroalimentación activa con diferentes investigadores, miembros de organizaciones sociales e integrantes de la sociedad civil con los que he compartido experiencias en los últimos años. De manera especial, agradezco la interacción con la Dra. Elena Álvarez-Buylla, Dr. Antonio Turrent, Dr. Alejandro Espinosa y otros investigadores miembros de la Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad, organización de la que formo parte (www.uccs.org). Por último, agradezco al Dr. Fabrizio Guerrero Mc Manus por invitarme a colaborar en este libro.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez-Buylla, E. y Piñeyro Nelson, A., 2009. Riesgos y peligros de la dispersión de maíz transgénico en México. *Ciencias* 92-93, pp.82-96.
- Álvarez-Buylla, E. y Piñeyro Nelson, A. (coords.), 2013. *El maíz en peligro ante los transgénicos: un análisis integral sobre el caso de México*. México: UNAM-Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad.
- Álvarez Morales, A., 2002. Transgenes in maize landraces in Oaxaca: Official report on the extent and implications. En *The 7th International Symposium on the Biosafety of Genetically Modified Organisms, ISBGM 2002*. Beijing, China, october 10-16, 2002.
- Antonioni, M., Robinson, C. y Fagan, J., 2012. GMO Myths and Truths. *Earth Open Source* 47.
- Boege, E. y Vidriales, G., 2008. *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México: hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Bolívar Zapata, F. (coord.), 2011. *Por un uso responsable de los organismos genéticamente modificados*. México: Academia Mexicana de Ciencias, AC.
- Bourges R., H. 2013. El maíz: su importancia en la alimentación de la población mexicana. En Álvarez-Buylla, E. y Piñeyro Nelson, A. (coords.), *El maíz en peligro ante los transgénicos: un análisis integral sobre el caso de México*. México: UNAM-Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad, pp.231-247.
- Carroll, S. B., 2005. *Endless Forms Most Beautiful: The New Science of Evo Devo*. Nueva York: W. W. Norton & Company.
- Dyer, G. A. *et al.*, 2009. Dispersal of transgenes through maize seed systems in Mexico. *PloS one*, 4, no. 5: e5734.
- Iyer, L. M. *et al.*, 2000. *Transgene silencing in monocots*. Springer Netherlands.
- Kato, T. A. *et al.*, 2009. *Origen y diversificación del maíz. Una revisión analítica*. México: UNAM, Instituto de Biología.
- Kapoor, M. *et al.*, 2005. Transgene-triggered, epigenetically regulated ectopic expression of a flower homeotic gene pMADS3 in *Petunia*. *The Plant Journal*, 43 (5), pp.649-661.
- Keeling, P. J. y Palmer, J. D., 2008. Horizontal gene transfer in eukaryotic evolution. *Nature Reviews Genetics* 9, pp.605-618.
- López, S. L. *et al.*, 2012. Pesticides used in South American GMO-based agriculture: A review of their effects on humans and animal models. *Advances in Molecular Toxicology*, 6, pp.41-75.
- López-Revilla, R. y Martínez Debat, C., 2013. Riesgos potenciales no previstos de los alimentos transgénicos. En Álvarez-Buylla, E. y Piñeyro Nelson, A. (coords.), *El maíz en peligro ante los transgénicos: un análisis integral sobre el caso de México*. México: UNAM-Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad, pp.165-185.
- Mercer, K. L. y Wainwright, J. D., 2008. Gene flow from transgenic maize to landraces in Mexico: An analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 123, no. 1, pp.109-115.
- Paganelli, A. *et al.*, 2010. Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signaling. *Chemical Research in Toxicology*, 23 (10), pp.1586-1595.
- Pennisi, E., 2013. The CRISPR Craze. *Science*, 341, pp.833-836.

- Piñeyro-Nelson, A. *et al.*, 2009a. Transgenes in Mexican maize: molecular evidence and methodological considerations for GMO detection in landrace populations. *Molecular Ecology*, 18 (4), pp.750-761.
- Piñeyro-Nelson, A. *et al.*, 2009b. Resolution of the Mexican transgene detection controversy: error sources and scientific practice in commercial and ecological contexts. *Molecular Ecology*, 18 (20), pp.4145-4150.
- Quist, D. y Chapela, I. H., 2001. Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico. *Nature*, 414 (6863), pp.541-543.
- Regalado, A., 2014. Who owns the biggest biotech discovery of the Century? [online] *MIT Technology Review*. [Consultado el 20 de abril de 2014]
Disponible en: <http://www.technologyreview.com/featuredstory/532796/who-owns-the-biggest-biotech-discovery-of-the-century/>
- Serratos-Hernández, J. A. *et al.*, 2007. Transgenic proteins in maize in the soil conservation area of Federal District, México. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5 (5), pp.247-252.
- Tabashnik, B. E., Brévault, T. y Carrière, Y., 2013. Insect resistance to Bt crops: lessons from the first billion acres. *Nature Biotechnology*, 31 (6), pp.510-521.
- Turrent Fernández, A. *et al.*, 2011. Diferencias entre el mejoramiento genético clásico del maíz y el mejoramiento por ingeniería genética. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 2, no. 6, pp.955-969.
- Zolla, L. *et al.*, 2008. Proteomics as a complementary tool for identifying unintended side effects occurring in transgenic maize seeds as a result of genetic modifications. *Journal of Proteome Research*, 7 (5), pp.1850-1861.

DERECHOS Y NATURALEZAS: HACIA UNA POLÍTICA DEL CUIDADO

Fabrizio Guerrero Mc Manus*

Hoy en día, el lenguaje de los derechos es parte de la cotidianidad política de la esfera pública en aquellas sociedades liberales que gozan de un ímpetu democrático mínimo que les compele a debatir temas de interés colectivo. Hablamos de derechos humanos, de derechos civiles, derecho a la información, etc.; debatimos acerca del derecho a la vida, el derecho a la eutanasia, el derecho al matrimonio universal y demás. Su uso está tan extendido que nos resulta muy natural hablar de derechos a la hora de plasmar nuestras exigencias.

Lo anterior se ha visto reflejado en dos grandes corrientes de la ética ambiental contemporánea: el *liberacionismo animal* y el *ambientalismo biocentrista*. En ambas corrientes es normal encontrarnos con expresiones que nos remiten al lenguaje de los derechos. Por ejemplo, al referirnos a los derechos de los animales o de los seres vivos, por un lado, y a los derechos de la Naturaleza, sea esta última pensada como Gaia, la Biosfera o la Pachamama, por otro.

Ahora bien, más allá de los discursos, hay de hecho sendos ejemplos de estados modernos que hoy consagran en sus leyes dichos derechos o por lo menos lo están considerando. Con respecto a lo primero se puede mencionar el caso de España, que actualmente debate la posibilidad de otorgarle derechos a los primates no humanos;¹ también vale la pena mencionar el caso de los cetáceos y de la defensa que la Sociedad Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS) ha hecho de los mismos para promover la atribución de derechos a ballenas y delfines.² Con respecto a lo segundo se puede mencionar a Bolivia, pero sobre todo a Ecuador, como naciones que hoy reconocen *derechos ecológicos*, esto es, derechos de la Naturaleza.

El cometido del presente texto es, primero, presentarle al lector ambas propuestas para luego tomar una posición crítica ante las mismas. Se sostiene, en este

* Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México. / FabrizioMc@gmail.com

¹ Véase, por ejemplo, la nota periodística reportada por *El País*. http://elpais.com/diario/2008/06/25/sociedad/1214344804_850215.html [consultada el 27 de abril de 2014]. Es menester añadir que tal proyecto de ley ha sido impulsado en gran medida por el llamado "Proyecto Gran Simio"; <http://www.proyctogransimio.org/que-es-el-pgs> [consultado el 27 de abril de 2014].

² Al igual que en el caso de los primates esto ha causado un gran revuelo periodístico. Véase, por ejemplo, la nota en *The Guardian*: <http://www.theguardian.com/world/2012/feb/21/whales-dolphins-legal-rights> [consultado el 27 de abril de 2014].

sentido, que la atribución de derechos a los animales representa una expansión consistente dentro de las así llamadas éticas ampliativas. Por el contrario, la atribución de los derechos a la Naturaleza implica un reto mayor dados los orígenes liberales de nuestras modernas nociones en torno a los derechos. Para hacer ver estos puntos este texto se permite un breve excursus hacia la filosofía del derecho con la intención de explicitar las presuposiciones de este modo de habla.

Por todo lo anterior, la propuesta de este texto consiste en afirmar que una política del cuidado no tiene por qué ser formulada en términos de derechos. Quizás lo más conveniente sea transitar de las *éticas de la justicia* a las *éticas del cuidado* y utilizar a estas últimas como marco filosófico. Esto no implica abandonar el lenguaje de los derechos allí donde ha resultado conveniente, pero sí implica no forzarlo al punto de volverle estéril ya que no sólo basta con atribuir derechos a través de leyes sino que es necesario generar instituciones y prácticas que hagan *justiciables* a los derechos; esto último será imposible si formulamos nociones vacías de contenido o francamente en plena contradicción con otros elementos de nuestros marcos jurídicos.

1. ÉTICAS AMPLIATIVAS

Hay múltiples maneras de construir a la ética. En primera instancia vale la pena distinguir entre las *éticas descriptivas* que simplemente enumeran las normas morales de una sociedad y a las que se opone la *ética normativa*, por un lado, y la *meta-ética*, por otro; en el caso de esta última lo que se busca es justificar una propuesta normativa específica mientras que la ética normativa tiene como fin el formular un conjunto de prácticas con cierta fuerza normativa, i.e. que tengan la capacidad de llevar a cabo una terapéutica moral.

Estos últimos puntos pueden hacerse al construir a la ética como una reflexión acerca de las motivaciones que nos llevan a actuar o como una reflexión sobre las consecuencias de aquello que hemos hecho; a las primeras usualmente se les califica como *éticas de los principios* o convicciones y a las segundas como *éticas de la responsabilidad* o de las consecuencias (Weber, 2009).

Asimismo, se puede construir a la ética distinguiendo el aparato normativo que la constituye de tal forma que reconocemos, por un lado, *éticas legales*, gobernadas por normas y principios, y, por otro, *éticas teleológicas*, gobernadas por la consecución de un fin que se juzga intrínsecamente valioso. Esta distinción de hecho puede ampliarse para distinguir entre *éticas eudaimonísticas*, las cuales enfatizan la búsqueda de la plenitud o felicidad, *éticas deontológicas*, las cuales están gobernadas por deberes plasmados en normas universales y, finalmente, *éticas de las virtudes*, gobernadas por valores que de una u otra forma se juzgan constitutivos de lo bueno.

Estas múltiples formas de construir a la ética pueden de hecho acarrear tensiones. Para ilustrar esto pensemos en la posibilidad de encontrarnos en situaciones en las cuales lo deseable, en tanto conducente a la plenitud, puede estar en franca contradicción con lo correcto, en términos de leyes, o de lo bueno, en términos

de las virtudes. Quizás por ello hoy está de moda un cierto *pluralismo moral* que reconoce la existencia de múltiples regímenes morales más o menos autónomos los unos de los otros; dichos regímenes normarían algunos aspectos o facetas de nuestras vidas pero sin pretender erigirse como sistemas omniabarcantes.

Sea como fuere, a través de la historia básicamente todos los diversos proyectos que han buscado elaborar una ética normativa se han centrado en el ser humano. Hay sin duda una buena razón que explica este sesgo. Todos los proyectos antes mencionados tienen en común el otorgar a la *capacidad reflexiva* de los agentes morales un estatus de condición *sine qua non* para poder hablar de una moral propiamente dicha. Esto es, las éticas normativas requieren que el agente moral reconozca y sopesa de forma *autónoma* los contenidos morales que están presentes en un sistema ético (Koorsgard, 2009). No basta, por tanto, con que haya una mera regularidad o cumplimiento si ello no viene acompañado de una comprensión del sentido de la norma.

Lo anterior se traduce en que la moral será inexistente allí donde no hay una *hermenéutica de las normas*; es decir, allí donde no sólo no hay comprensión de las mismas sino que no hay un aparato interpretativo que busque conectar al sujeto de la reflexión moral con su situación concreta. Y es que nunca será posible aplicar mecánica e irreflexivamente una norma (o virtud) a una situación dada precisamente porque una situación siempre está abierta a múltiples lecturas y puede ser evaluada a la luz de más de un régimen moral.

En todo caso, lo antes dicho muestra que de una manera inescapable no hay moral y no puede haberla sin que dicha moral esté asentada en la existencia de un colectivo de seres humanos. Ello no excluye la posibilidad de que seres cognitivamente tan sofisticados como nosotros pudieran tener sistemas normativos –quizás en otros planetas– pero sí excluye la posibilidad de que haya alguna otra especie en este planeta capaz de tener moral precisamente porque no hay ninguna otra especie cognitivamente tan sofisticada como nosotros.

Empero, si bien argumentos semejantes a los anteriores se han usado para afirmar que la esfera de la moral no sólo depende sino que se circunscribe al ámbito de los agentes morales –i.e. seres humanos en pleno uso de sus facultades– y deja fuera, por tanto, a los seres no humanos y a los objetos –incluidos los ecosistemas y el planeta mismo–; hay, sin embargo, una distinción oportuna que servirá de puente para el tema que estamos abordando y que evidencia la existencia de un razonamiento falaz en este intento por demarcar a la moral haciéndola exclusiva de lo humano.

Esta distinción es la diferencia entre una moral *antropogénica* y una moral *antropocéntrica*. Lo primero implica que la moral tiene su génesis en las capacidades reflexivas humanas pero no implica que se circunscribe en su reflexión al ámbito puro y exclusivamente humano. Lo segundo, por otro lado, favorece y privilegia al ámbito humano como el ámbito de la moral (Singer, 2009).

Como espero que pueda verse, toda moral será por necesidad antropogénica mas no tiene por qué ser antropocéntrica. Reconocer este hecho permite inaugurar lo que ha venido a llamarse la *ética ampliativa*; con este término, vale la pena aclarar,

nos referimos a un ejercicio filosófico que busca expandir el ámbito de lo moral más allá de las interacciones entre agentes morales. Esto se traduce en aseverar que hay juicios morales que versan sobre sujetos u objetos que no son ellos mismos agentes morales.

Aquí vale también aclarar que dicha ampliación no es un mero preparativo o pedagogía de la moral. Savater (2010), siguiendo a Nietzsche, considera que no tenemos deberes morales ante los toros u otros animales sensibles; evitar su sufrimiento sólo es importante porque nos ayuda a forjarnos un temperamento que será fundamental en nuestra interacción con otros agentes morales. La idea de una ética ampliativa evidentemente va en contraposición con esa tesis ya que lo que se persigue es reconocer que hay tanto sujetos no humanos como objetos que son, sin embargo, focos de nuestros juicios morales más allá de cualquier valor instrumental que pudiéramos reconocerles (Ortiz-Millán, 2014).

Justamente el liberacionismo animal y el ambientalismo biocentrista son dos instancias de éticas ampliativas que buscan extender el ámbito moral ya sea a los animales no humanos o a la biosfera y sus ecosistemas. A continuación exploraremos con más detalle ambas propuestas.

Liberacionismo animal

El filósofo Peter Singer acuñó el término *paciente moral* para referirse justamente a aquellos seres no humanos que son, empero, parte del ámbito de la moral. Hay buenas razones para pensar que dicho término introduce una innovación importante y fundamental en la ética. Básicamente, este término le da sentido a muchas de nuestras expresiones y prácticas con contenido moral.

Por ejemplo, solemos reconocerle a un bebé un estatus moral. Consideramos que será malo si éste sufre o muere. Y, sin embargo, un bebé no es un agente moral. Puede argumentarse que de hecho tiene la *potencia* para llegar a serlo y que, por ello, es que goza de un estatus moral. Sin embargo, hay dos buenas razones para no emplear a la potencia como solución a esta aparente inconsistencia.

Por un lado, eso nos llevaría a atribuirle un estatus moral a un feto, embrión e, incluso, un cigoto. Ello no sólo socavaría los derechos reproductivos de las mujeres sino que podría dar pie a una práctica absurda al reconocer la *potencia evolutiva* de cualquier linaje de organismos ya que, en principio, algún día podría dar origen a una raza de agentes morales.³ Bajo esta lógica toda la vida adquiriría un estatus moral que nos llevaría a una profunda inacción puesto que combatir enfermedades o consumir comida implicaría la posibilidad de cercenar dicha potencia.

Por otro lado, hay ocasiones en las cuales la potencia claramente no va a actualizarse. Por ejemplo, un niño con severo retraso mental difícilmente llegará a ser un agente moral. Esto será también el caso para un paciente en estado vegetativo

³ Circunscribir la potencia a una potencia propia de entidades concretas y no de linajes puede resultar más difícil de lo que parece ya que, como bien nos ha enseñado la biología evolutiva, los límites de los organismos no siempre son claros puesto que las transiciones a la pluricelularidad suelen implicar estadios de vida colonial en los cuales la distinción entre el organismo, el grupo y el linaje es poco clara.

persistente. Incluso un cadáver parece gozar de cierto estatus moral a sabiendas de que toda potencia se ha perdido. En todos estos casos reconocemos, sin embargo, la existencia de una genuina preocupación moral.

Es por ello que puede decirse que de facto nuestras prácticas morales distinguen entre agentes morales, por un lado, y pacientes morales, por otro. Los segundos no son agentes en potencia y a pesar de ello gozan de nuestra atención. La pregunta es, por ende, qué son los pacientes morales y quiénes son pacientes morales.

Una respuesta breve consiste en reconocer a los pacientes morales como seres sintientes –i.e., capaces de sentir– que tienen intereses y necesidades (e.g. seguir viviendo, alimentarse, dejar descendencia, evitar el dolor, etc.). La filósofa Christine Korsgaard (2009), a la luz de una lectura kantiana de la ética, apuesta por una respuesta *ergonómica* que emana de su análisis acerca de qué es una acción. Ella sostiene que una acción se compone de un fin y de un acto que pretende justamente llevar a cabo dicho fin. La relación entre fines y actos es *ergonómica* porque no todo acto conduce a todo fin y no todo fin es alcanzable para un ser que tiene un repertorio dado de actos; es más, hay incluso fines alcanzables por medio de diversos actos que, empero, no son igualmente eficientes.

Ahora bien, lo interesante de esta posición radica en que de manera cotidiana reconocemos en los seres vivos no humanos algo que podríamos llamar fines y algo que podríamos llamar actos. Justamente por ello Immanuel Kant, en su famoso libro *La crítica del juicio*, considera que la vida no es explicable si pasamos por alto su dimensión *teleológica*. Sin duda, Darwin nos enseñó a naturalizar dicha teleología pero no a prescindir de ella. Por esto mismo es que podemos considerar en una primera aproximación que los pacientes morales se caracterizan porque exhiben fines y actos *ergonómicamente* imbricados.

Lo anterior, por supuesto, hace de todo ser vivo un paciente moral. Ello puede parecer absurdo e, incluso, un contrasentido. Claramente un parásito intestinal no tiene el mismo valor que un perro. Una forma de solucionar lo anterior es reconociendo que estamos ante éticas ampliativas *jerárquicas* o escalonadas. Es decir, si bien hemos expandido el ámbito de la moral más allá de lo humano, hay todavía jerarquías o niveles de preocupación moral.

Para muchos, este movimiento será visto como un relicto de antropocentrismo que reintroduce implícitamente un instrumentalismo. Ésta parece ser la opinión de aquellos que acusan a las éticas ampliativas jerárquicas de ser *especistas*, es decir, de cometer una forma de discriminación motivada por la especie a la que un organismo pertenece.

Empero, creo que hay formas de justificar una ampliación jerarquizada. Por ejemplo, no todos los organismos poseen repertorios conductuales (y, por ende, de actos) de la misma envergadura y complejidad. Tampoco poseen todos la misma clase de fines. Pensemos así en mamíferos y aves y en la complejidad cognitiva, afectiva y conativa de dichos organismos. Cuando se les (nos) compara contra una hormiga es claro que los primeros mas no la segunda poseen (-mos) una complejidad substantivamente mayor; ello parece motivar la aseveración de que los prime-

ros exhiben un grado de agencia más elaborada y son, por ello, pacientes morales más sofisticados y *prioritarios*.

La prioridad emerge, por supuesto, del hecho pedestre de que nosotros tenemos el interés de seguir vivos y de llevar vidas que valgan la pena de ser vividas. Ello demandará el consumo de seres vivos no humanos por muy diversas razones. La apuesta de una ética ampliativa jerárquica sería preservar en la medida de lo posible a los organismos más sofisticados. Esto podría lograrse por medio de prácticas que prescindan de intereses banales –como renunciar a la fiesta brava– o bien por medio de prácticas que atiendan a necesidades que pueden ser satisfechas por medio de acciones que afecten a seres menos sofisticados; el vegetarianismo es un ejemplo ilustrativo de esto último.

Hay una importante consecuencia de dicha propuesta. En contra de una percepción más o menos popular, no valoramos a los animales porque reconocemos su sufrimiento sino que valoramos su bienestar porque los reconocemos como pacientes morales y los reconocemos como tales porque se nos presentan como seres ergonómicos. Como el holocausto demostró, es perfectamente posible reconocer el sufrimiento, incluso el humano, sin que ello implique que se valora a quien sufre.

Por el contrario, reconocer a un otro en tanto *otro*, y no en tanto objeto, implica reconocerlo como un ser con un repertorio de fines, actos y acciones que configuran un mundo en el cual hay una posición de experiencia –un punto de vista– desde el cual se vive. Lo anterior nos permite hermanarnos con ese otro, nos permite imaginar la experiencia del otro y, gracias a ello, reconocernos en el otro.

Así, la esfera moral se constituye cuando buscamos normas de convivencia en las cuales pretendemos integrar a los diversos y muy numerosos puntos de vista de tal suerte que busquemos la plenitud, satisfacción o beneficio de dichos organismos. Como dice Martha Nussbaum (2013), nuestra esfera eudaimonística se amplía cuando esos puntos de vista son también los puntos de vista de seres no humanos. Las diversas corrientes en ética construirán de formas alternativas los detalles de dicha propuesta normativa, enfatizando quizás la plenitud o el bienestar; sin embargo, tendrán en común el reconocimiento de la experiencia de los seres vivos no humanos como base de su dignidad.

Ahora bien, hasta aquí el lenguaje de los derechos no se ha hecho presente. Pero si pensamos en la famosa *Declaración de los Derechos de los Animales*⁴ y sus catorce artículos –la cual ha llegado a ser discutida por filósofos tan renombrados como el mismísimo Jacques Derrida (2008)– veremos la fuerza con la cual este modo de habla permite articular algunos de los elementos ya mencionados.

Así, por ejemplo, el artículo primero afirma la igualdad de todos los animales ante la vida y sostiene que, por ende, todos tienen el derecho a la existencia. El resto de los artículos versa sobre la crueldad, el respeto, el derecho a una vida libre de dolor, al descanso, etc. Finalmente, el artículo catorce nos impele a plas-

⁴ Dicha declaración está publicada en innumerables sitios de internet. La misma fue adoptada por la Liga Internacional de los Derechos del Animal el 23 de septiembre de 1977 en Londres, Reino Unido. Posteriormente fue avalada tanto por la UNESCO como por la ONU. Se le puede consultar en: <http://www.filosofia.org/cod/c1977ani.htm> [consultada el 20 de abril de 2014].

mar en nuestras leyes dichos derechos y a crear instancias gubernamentales que salvaguarden dichos derechos.

En general, y sin ánimo de revisar artículo por artículo, cabe hacer notar los siguientes puntos.

Primero, dicha declaración establece derechos al establecer obligaciones que nosotros, los seres humanos, debemos cumplir. Segundo, parte de los derechos son *derechos ambientales*, i.e. derechos de los animales para acceder a medios ambientes saludables e idóneos y que se traducen en una obligación nuestra para con los hábitats de dichos organismos. Tercero, la declaración reconoce que nosotros tendremos que consumir y emplear animales para llevar vidas que valgan la pena de ser vividas; sin embargo, la declaración enfatiza que ello debe llevarse a cabo dentro de un marco de respeto a la dignidad animal.

Eso se traduce en que un animal criado para consumo debe llevar una vida digna y libre de sufrimiento antes de ser sacrificado; dicho sacrificio, hay que aclarar, no debe generar una situación de estrés emocional que pueda ser evitada. También se traduce en que los animales de compañía no pueden ser abandonados ni sometidos a vidas miserables.

Cuarto, hay usos instrumentales que no estarán justificados. Por ejemplo, el artículo décimo prohíbe los usos de animales con fines de entretenimiento y esparcimiento. El artículo cuarto prohíbe la privación de la libertad de los mismos incluso con fines educativos.

Como espero que pueda verse, dicha declaración implícitamente reconoce a los animales no humanos un estatus de pacientes morales puesto que todos los deberes allí plasmados son deberes de los seres humanos para con los animales no humanos, esto es, son derechos antropogénicos mas no antropocéntricos. Igualmente, observamos implícitamente una ética ampliativa jerarquizada que reconoce nuestra necesidad de consumir o emplear a ciertos animales aunque dicho reconocimiento viene, por supuesto, normado y limitado para minimizar el sufrimiento de los animales.

Finalmente, vale la pena mencionar que dicha declaración aterriza a las éticas ampliativas a través de una apuesta deontológica centrada en deberes humanos como fundamento de los derechos animales; ello no implica, desde luego, que se desprecie la plenitud o felicidad de los animales sino únicamente que el aparato normativo impulsado está centrado en deberes plasmados en leyes.

En suma, la apuesta del liberacionismo animal expresada en dicha declaración parece ser consistente con la forma en la cual construimos el ámbito moral para incluir pacientes morales. Dichos pacientes serían seres ergonómicos con necesidades e intereses que nos llevan a reconocerles un estatus moral que, al menos en esta versión del liberacionismo, se traduce en deberes de parte de los seres humanos.

Ambientalismo biocentrista

Hay, sin embargo, un artículo de dicha declaración –el décimo segundo– que establece la muerte de un gran número de animales como un genocidio; por genocidio, se nos aclara, nos referimos ante un crimen contra la *especie*. Este artículo abre, por ende, una interrogante ya que pareciese que en él figura un nuevo tipo de entidad, una entidad *abstracta*, que hasta ahora no ha sido analizada. Desde luego, sería posible leer a la especie como únicamente un conglomerado de individuos⁵ y, así, leer dicho artículo sin necesidad de postular la existencia de un nuevo tipo de entidad que fuera sujeto de derechos.

Empero, dicha aproximación pasa por alto que las especies no pueden ser reducidas a la mera suma mereológica de sus individuos. Para ilustrar ello pensemos en el siguiente experimento mental. ¿Qué sería más grave: matar 1000 vacas o a los últimos 1000 pandas que quedan en el mundo –*ex hypothesi* sólo queda este número–? Si las especies son reducidas a la suma mereológica de sus individuos tal parece que la respuesta es que ambas acciones son moralmente equivalentes toda vez que tanto las vacas como los pandas son mamíferos sensibles con una complejidad cognitiva, emotiva y conativa altamente elaborada. Y dado que, por hipótesis, estamos matando al mismo número de individuos de la misma forma y por razones, supongamos, instrumentales, tenemos por fuerza que concluir que la extinción de una especie no conllevaría un elemento moral *adicional e irreductible* a la muerte de sus individuos concretos.⁶

Ello parece una consecuencia inaceptable. La pérdida de la especie panda implica la pérdida de una entidad abstracta e irremplazable que debería inclinarnos a suponer que dicha pérdida hace la matanza de dichos pandas mucho más grave. Pero, y esta pregunta es central, ¿podemos calificar a las entidades abstractas como pacientes morales?; si respondemos que sí, la pregunta inmediata es ¿cómo y por qué?

El ambientalismo biocentrista ofrece justamente una respuesta afirmativa a la primera pregunta. Dicho ambientalismo le atribuye derechos a entidades abstractas como las especies, los ecosistemas⁷ y a la biosfera misma; éstos son los así llamados *derechos ecológicos* que tienen como sujetos de derecho a dichas entidades abstractas y que se contraponen a los derechos ambientales que se le otorgan a animales humanos y no humanos, los cuales son, evidentemente, entidades concretas (Acosta, 2014; Garza Grimaldo, 2014). Es claro que ninguna de esas entidades abs-

⁵ Evidentemente en este punto la discusión en filosofía de la biología acerca de lo que es una especie cobra una relevancia inusitada. Sin embargo, adentrarnos en dicha discusión excede los objetivos de este texto.

⁶ Un elemento que ayuda a comprender por qué las especies no son reductibles a la suma mereológica de los individuos que las componen se centraría en reconocer que las poblaciones de individuos poseen propiedades evolutivas y ecológicas que no son reductibles a las propiedades de dichos individuos sino que emergen de la interacción de los mismos; estas propiedades de hecho pueden ser valiosas como se ilustra con los conceptos de *servicios ambientales* y *servicios evolutivos*.

⁷ Así como con las especies, hoy en día hay una acalorada discusión en la filosofía de la biología acerca del estatus ontológico y los límites de entidades abstractas como las poblaciones, las comunidades y los ecosistemas. Por las razones mencionadas en el punto sobre las especies, dejaré igualmente fuera dichas consideraciones.

tractas puede ser considerada un ser ergonómico con fines y actos, así que esta aproximación no será fecunda para dar cuenta del porqué dichas entidades figuran como pacientes morales –si es que de hecho lo son.⁸

Ello no ha impedido, por supuesto, que se suela recurrir a la metáfora de la Tierra como un super-organismo, vía p. ej. la famosa teoría de Gaia, o que se afirme que las comunidades ecológicas son super-organismos (Acosta, 2014; Garza Grimaldo, 2014); en este sentido el ambientalismo biocentrista comparte con la *ecología profunda*⁹ un holismo radical que busca subsumir a toda la vida como parte de un único y planetario ser.¹⁰ Sin embargo, desde un punto de vista evolutivo es claro que suponer que la Tierra es un super-organismo que se autorregula para el beneficio de sus partes es caer en la peor forma del altruismo à la *Wynne-Edwards*; dicha forma de pensar ha sido desde hace largos años exiliada de la biología evolutiva.

Si esto es así, resurge la pregunta de cómo es que pueden otorgársele derechos a la Naturaleza. En cierto sentido gobiernos como el de Ecuador¹¹ y, en menor medida Bolivia, han llevado a cabo lo anterior al *personalizar* a la Tierra a través de la figura de la deidad inca Pachamama –o Pacha Mama– (Acosta, 2014; Garza Grimaldo, 2014); es importante hacer notar que Pachamama no es una deidad que gobierne a la Naturaleza sino que es una con ésta y, por ende, su culto implica una forma de panteísmo. También, y a modo de paréntesis, vale la pena detenernos en este punto y señalar que la introducción de dicho término no sólo está fundamentado en un pensamiento ambiental sino, y quizás más importante, en una concepción plurinacional del Estado.

Ahora bien, en el caso de México, si bien no hay una equivalencia a nivel federal, sí que la hay a nivel del Distrito Federal ya que en 2013 se reformó la Ley Ambiental del D.F. y se le renombró Ley Ambiental de Protección de la Tierra del D.F. (Garza Grimaldo, 2014). De manera general podemos decir que dicha ley reconoce seis derechos ambientales/ecológicos: (i) el mantenimiento y diversidad de la vida, (ii) conservación del agua, (iii) aire limpio, (iv) equilibrio ecológico, (v) restauración del ecosistema y, (vi) vivir libre de contaminación.

⁸ Calificar a estas entidades como abstractas pareciera comprometernos con una metafísica nominalista en torno a las especies biológicas. Sin duda, esto es una posibilidad filosófica aunque en principio sería posible argumentar que, incluso si tomáramos un compromiso de corte realista, deberíamos reconocer que las especies no serían concebibles como entidades ergonómicas con necesidades e intereses. Si esto es así, entonces el argumento aquí ofrecido se mantendría como válido, *mutatis mutandis*. Agradezco a un revisor anónimo por haber llamado mi atención sobre este punto.

⁹ Cabe aclarar que la ecología profunda es una filosofía ambiental y no es parte de la ecología científica.

¹⁰ De hecho dicho holismo suele expresarse explícitamente por medio de los llamados cuatro principios de la filosofía andina: i. La relacionalidad, ii. La correspondencia, iii. La complementariedad y, iv. La reciprocidad (Garza Grimaldo, 2014).

¹¹ Para ilustrar esta aproximación se ofrece, a modo de ejemplo, el artículo 71 de la Constitución Política del Estado Plurinacional de Ecuador: “La Naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la Naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se usarán los principios establecidos por esta Constitución, en lo que proceda.” (citado en Acosta, 2014, p.46).

En todo caso, con ello lo que se persigue es que la Naturaleza deje de concebirse como un sistema de recursos, factores y servicios a ser explotados o, en el mejor de los casos, valorados en términos económicos, y se le piense como uno todo integrado que nos alberga y cobija a la manera de una protectora madre. Este giro ha llevado a que la constitución del estado de Ecuador reconozca desde 2008 que la Naturaleza tiene, por ejemplo, el derecho a ser restaurada (art. 72).

Esta ampliación del derecho también implica que se toma, a modo de consecuencia de dicho holismo, un punto de partida que supone que cada especie es de hecho funcionalmente importante para el devenir del todo y tiene, por ello mismo, un derecho a la existencia sin importar si dicha especie es económicamente explotable o no (art. 73). De igual manera, los derechos de la Naturaleza implican que recursos como el agua no pueden ser valorados únicamente en función de la utilidad que representan para el ser humano precisamente por la importancia que dichos recursos tienen para infinidad de especies y ecosistemas.

Cabe aclarar que estos derechos se establecen por medio de un sistema de obligaciones que regulan las acciones de seres humanos e instituciones y que son supervisados por medio del Estado. Ello es importante porque se suele criticar este tipo de derechos sobre la base de que son absurdos; p. ej. Frans de Waal (2006) llegó a sostener que los derechos atribuidos a seres no humanos equivale a pensar en llevar abogados a los bosques y las selvas esperando que los animales y los ecosistemas se expresen y levanten una querrela contra los humanos. Evidentemente atribuirle derechos a la Naturaleza no implica nada tan absurdo como judicializar la ecología.

Sin embargo, este giro en el sistema de derechos tampoco puede reducirse a la esfera meramente legal ya que viene acompañado con la promoción de lo que se ha denominado el *sumak kawsay* o Buen Vivir, al menos para el caso de Ecuador. Básicamente esto implica una reforma radical de nuestros hábitos de consumo, por un lado, y de nuestras prácticas productivas, por otro. Con esto se persigue establecer una igualdad biocéntrica que recupere a la Naturaleza como algo más que un conjunto de materias primas.

Sea como fuere, en este punto es claro que el lenguaje de los derechos está presente tanto en el liberacionismo animal como en el ambientalismo biocentrista. Vale por tanto la pena pasar a examinar si dicho lenguaje es de hecho apropiado para las tareas que estos movimientos pretenden asignarle.

2. EL LENGUAJE DE LOS DERECHOS

La evaluación de la pertinencia del lenguaje de los derechos para las agendas tanto del liberacionismo animal como del ambientalismo biocentrista debe pasar por examinar tres elementos importantes. Primero que nada, se debe examinar si la noción misma puede construirse sin necesidad de involucrar agentes cognitivamente sofisticados.

Segundo, es importante indagar acerca del problema que representa la delimitación de los miembros de la relación que constituyen un derecho; esto es por

demás claro en el caso de los derechos de la Naturaleza. El problema de la delimitación es importante porque de ello dependerá la capacidad de justiciar dicho derecho, es decir, de hacerlo válido.

Por último, es fundamental examinar si las formas en las cuales se ha personalizado¹² a la Naturaleza son consistentes con el grueso de los valores que buscamos articular en un orden jurídico. Más en concreto, habrá que examinar si, por un lado, la defensa de los derechos animales no atenta contra algún otro tipo de derechos y, por otro, al menos en el caso de Ecuador y Bolivia, si dicha construcción no atenta de alguna manera con la promoción de la libertad religiosa. Ello es fundamental para valorar si estas propuestas son o no un ejemplo a seguir.

Todo ello debe hacerse teniendo en cuenta que una valoración de la pertinencia del lenguaje de los derechos de ninguna manera se traduce en un rechazo a la legitimidad de las luchas que ambos movimientos encarnan. Tampoco implica un rechazo a la relevancia en otros ámbitos del lenguaje de los derechos. Lo que sí implica es justamente una evaluación de si una cosa se compagina con otra.

Aclarado esto podemos pasar al primer punto. De acuerdo a Cruz Parceró (2012), gran parte de la tradición jurídica europea y americana en torno al tema de los derechos se deriva de la concepción positivista clásica de Kelsen la cual definía a los mismos en términos de obligaciones, i.e. había un derecho para X allí donde Y tenía un deber hacia ese mismo X. Más en concreto, los derechos eran considerados correlatos de obligaciones y, en tanto tales, tenían dos proyecciones; por un lado, hacia la institución encargada de hacer valer la obligación de Y ante X y, por otro lado, la obligación misma de X hacia Y.

Es importante hacer notar que para Kelsen dichas obligaciones emanaban en última instancia del hecho de que X era un agente con intereses psicológicos y que, por ende, los intereses de X e Y podían entrar en conflicto. La noción de derecho de Kelsen pretende, por esto mismo, fungir como una forma de resolver dichos conflictos de intereses.

Ahora bien, claramente Kelsen estaba pensando en seres humanos aunque, por todo lo ya dicho, quizás no sería del todo inusitado expandir su concepción para incluir animales no humanos que fueran cognitivamente sofisticados y que pudieran ser caracterizados como poseedores de intereses. Empero, este movimiento claramente resultará inaplicable para los derechos de la Naturaleza y de otras entidades abstractas que, como ya se vio, no pueden ser caracterizadas como poseedoras de intereses.

Sin embargo, dicha concepción kelseniana ha sido abandonada en favor de la propuesta de Wesley Newcomb Hohfeld que descompone la noción de derecho en cuatro tipo de relaciones diferentes (Cruz Parceró, 2012). Tenemos así las siguientes

¹² Escapa a los alcances de este texto el señalar los vínculos entre este punto y las discusiones al interior de la Ecocrítica –o crítica literaria sobre el medioambiente– pero sí vale la pena señalar que uno de los desarrollos más relevantes de esta disciplina versa justamente sobre la construcción estética de las representaciones de la Naturaleza y cómo dichas representaciones están en el corazón de todo pensamiento ambiental; este punto sería relevante ya que las formas en las cuales se personaliza a la Naturaleza dependerán en gran medida del tipo de proceso de construcción estética de la misma. Véase Morton (2009) para una descripción mucho más acabada.

relaciones: (i) pretensión-deber, (ii) privilegio-no derecho, (iii) poder-sujeción y, (iv) inmunidad-incompetencia. El primer caso es básicamente una relación análoga a la descrita por Kelsen y en la que los derechos remiten a obligaciones. El segundo caso remite a la cuestión de la libertad para obrar de una u otra forma sin que los otros puedan exigirnos dar cuenta del porqué de nuestras decisiones; la libertad de decidir dentro de un universo de posibilidades todas ellas legales es justamente un buen ejemplo de este tipo de derechos.

La tercera noción remite a la capacidad de un sujeto que le permite, mediante el orden jurídico, modificar las conductas de otro sujeto que se ve, por ello mismo, sujetado a los mandatos del primero. Por último, la relación de inmunidad-incompetencia debe pensarse justamente como la incapacidad jurídica por parte de un sujeto para afectar, modificar o controlar a otro que, por ello mismo, es inmune a los deseos del primero.

Examinando esta concepción nos daremos cuenta muy pronto de que la relación (i) parece todavía suponer que estamos ante un agente cognitivo sofisticado que de hecho es capaz de tener pretensiones acerca de aquello que puede hacer o tener de manera justificada; ello parece descartar la posibilidad de emplear dicha relación para el proyecto que aquí evaluamos. Igualmente problemática resultará la concepción (ii) ya que las posturas discutidas no buscan reconocerle privilegios a la Naturaleza y a los animales sino, justamente, normar nuestras formas de interacción con ambos tipos de entidades.

La relación (iii), por otra parte, no puede resultar aplicable ni a los derechos de los animales no humanos ni a los derechos de la Naturaleza ya que en ningún caso estamos ante sujetos que puedan modificar las conductas humanas por medio del aparato jurídico.

Queda así, por último, la relación (iv) en la cual la atribución de derechos a X depende de que Y, mas no X, sea un agente cognitivo y moral sofisticado. Es menester, asimismo, que Y forme parte de un espacio social en el cual existan instituciones, capaz de vigilar el cumplimiento de las obligaciones de Y ante X. Lo anterior nos permite suponer que la atribución de derechos a los animales no debería resultar problemática toda vez que dicha atribución es antropogénica y justamente regula nuestros deberes hacia esos mismos animales; esto es, bajo esta lectura los animales no humanos adquirirían una inmunidad jurídica que justamente sería una salvaguarda de su bienestar.

Empero, más difícil resulta evaluar si podemos sostener esto mismo en el caso de los derechos de la Naturaleza.¹³ Ello por una razón más o menos evidente: de una u otra forma Y debe ser capaz de reconocer a X para poder actuar en consecuencia,¹⁴ esto es, X debe poder ser delimitado tanto por Y como por la institución

¹³ Dejaré sin examinar, por razones de extensión, la posibilidad de construir a la Naturaleza como un bien colectivo cuyo disfrute es un derecho colectivo irreductible a los derechos de las personas concretas. Sin embargo, Cruz Parceró (2012) ofrece un breve análisis que se encamina en esta dirección.

¹⁴ Volviendo al punto de la Ecocrítica, es imprescindible hacer ver cómo Y debe poseer una representación acerca de qué o quién es X para poder actuar en consecuencia con los derechos que Y le atribuye a X. Ello mismo es la razón por la cual la Ecocrítica resulta indispensable en el pensamiento ambiental, dada justamente su capacidad de interrogar estos procesos de generación de representaciones.

que salvaguarda los derechos de X si es que hemos de evaluar si dichas obligaciones se han cumplido y, aún más fundamental, para saber siquiera si estamos en una situación que amerita invocar dichos deberes. El problema con las entidades abstractas justamente radica en que su delimitación puede resultar profundamente problemática.

Lo anterior nos conduce, por supuesto, al problema de la *justiciabilidad*, i.e., al problema de cómo traducir nuestras leyes en acciones eficaces que de hecho protejan, salvaguarden, restauren o mejoren la calidad de vida de los sujetos de derecho.

Justamente, el problema del holismo que emana de las concepciones ambientalistas biocéntricas descansa en que terminan por disolver los límites de los organismos, las especies, las poblaciones, las comunidades y los ecosistemas dentro de un todo integrado que es coextenso con la biosfera. Ello genera por lo menos dos tipos de problemas.

Primero, conduce a una situación en la cual será imposible justiciar leyes que protegen a un ser que, por definición, rebasa las fronteras del país en cuestión; esto es así porque ninguna constitución puede tener validez extraterritorial. Segundo, dicho holismo conduce a la generación de una serie de paradojas legales en las cuales toda acción humana, por más nimia que parezca, implica la vulneración de una parte de ese todo integrado.

Finalmente ha llegado el momento de tocar el tercer punto. Promover los derechos de los animales puede llevar a violentar diversas clases de derechos; por ejemplo, los derechos culturales pueden verse violentados si consideramos que la llamada “Fiesta Brava” es en realidad una carnicería (véanse, por ejemplo, los textos de Savater (2010) y Ortiz-Millán (2014) a modo de ejemplos de este conflicto); es decir, el derecho a la identidad cultural normalmente se traduce en una valoración de una serie de prácticas sociales que de facto pueden violentar la dignidad animal. La institucionalización de derechos animales puede, en ese sentido, vulnerar los derechos culturales de ciertas personas, incluyendo claramente su libertad religiosa. De igual forma, pueden verse violentados los derechos económicos de un sector si se introduce una reglamentación que contemple prácticas de crianza y sacrificio de animales que impliquen un mayor costo.

Sin embargo, es claro que allí donde hay derechos hay también conflictos. Ello es inevitable y merece justamente un análisis en términos de ponderaciones que busquen priorizar cada derecho. Lo anterior es relevante porque el choque con derechos previamente reconocidos no es necesariamente un argumento en contra de la ampliación del lenguaje de los derechos a un nuevo ámbito.

Pensemos, por ejemplo, en cómo la Biblia de hecho justifica el esclavismo. Claramente la abolición del esclavismo puede ser vista, por un lado, como una violación de la libertad religiosa del esclavista, por otro lado, también puede ser vista como una afectación a sus derechos económicos. Empero, en ambos casos valoraríamos los derechos del esclavo como prioritarios y con ello justificaríamos las restricciones que su reconocimiento demanda sobre los derechos del otrora esclavista.

Siguiendo a Martha Nussbaum (2013) podemos afirmar que la razón de fondo es que dicha reforma implicaría la *ampliación* de nuestra esfera eudaimonística, es decir, de la esfera de nuestra preocupación moral. Esta directiva parecería, por tanto, aplicable a la extensión de los derechos para el caso de los animales toda vez que su bienestar representa de igual manera una ampliación de nuestra esfera eudaimonística.

Habría, asimismo, una razón adicional. Ésta consiste en que el derecho a la identidad cultural que salvaguarda el patrimonio cultural no se defiende dogmáticamente sino que se lleva a cabo bajo la presunción de que la identidad es fundamental para la constitución de seres humanos capaces de darle significado a su vida. Pero justamente porque el valor de fondo es promover el sentido de la vida es que se limita dicho derecho en los casos donde el sentido de la vida se forja al violentar el derecho de otros a darle sentido a sus respectivas vidas.

Y, si bien en el caso de los animales no humanos nos enfrentamos a seres que no poseen un aparato de interpretación tan complejo como el nuestro, es claro que los animales sensibles disfrutan su vida. Precisamente por ello una ética ampliativa jerárquica reconocería que es legítimo limitar las expresiones culturales que dañan o vulneran la dignidad animal y cuyo papel en la constitución de cierta identidad cultural puede ser prescindible. Es decir, la identidad cultural no es esencialista y admite cambios; dichos cambios pueden ser el resultado de una deliberación acerca de lo que queremos ser y no tanto de lo que hemos sido. Lo anterior permite así sopesar los elementos de una cultura y valorar cuáles juzgamos dignos de ser mantenidos.

Ahora bien, una situación diferente es la que encontramos en el caso de Ecuador y Bolivia cuando dichos estados emplean a la figura de la Pachamama para personalizar a la Naturaleza como sujeto de derechos. Aquí, de hecho, enfrentamos dos problemas. Primero, claramente este concepto no está jugando un papel accesorio ya que es fundamental para darle coherencia a la Naturaleza como una unidad integrada.¹⁵ Segundo, desafortunadamente dicho concepto no puede remitirse a ninguno propio de la ecología científica –ni a ninguno propio de la evolución– por lo cual debe considerarse como un concepto de factura claramente teológica.

Y, si bien se introdujo para reflejar el carácter plurinacional de dichas naciones, su efecto sobre el espacio público termina por instituir una religión estatalmente avalada ya que los derechos otorgados a la Pachamama deben ser respetados por todos y no sólo por los pueblos originarios. Si la religión en cuestión hubiera sido el catolicismo o el islam ello quizás habría sido visto como una práctica intolerable. Desafortunadamente, el indigenismo latinoamericano y su afán decolonial suelen terminar en una defensa de las culturas indígenas que, más que resolver los des-

¹⁵ Si hemos de creer las propuestas de autores ecocríticos como Morton (2009) y su señalamiento de que el término "Naturaleza" sólo cobra sentido tras un proceso de producción estética en el cual se ofrece una representación que guía nuestra interacción con el medioambiente y que demarca los límites entre lo que se juzga natural de lo que no, entonces es claro que en el caso concreto de la constitución de Ecuador, dicha representación sería sin duda la Pacha Mama y, por ende, la estética que la gobernaría sería justamente la estética teológica que le viene asociada y que le da coherencia.

equilibrios e injusticias heredadas del pasado colonial, simplemente los invierte.

Para el caso de México, heredero de una tradición laica de más de un siglo de duración, dicha aproximación resultaría inaceptable toda vez que vulneraría la libertad religiosa de los ciudadanos ya que ésta suele implicar un principio de no institucionalizar religión alguna, por un lado, y de promover una igualdad religiosa en términos de la libertad de culto en los ámbitos privados al no imponer obligaciones asimétricas a los diversos credos de la nación, por otro. Claramente todo ello se vería vulnerado al apelar a una entidad como la Pachamama.

En todo caso –y como hemos visto– el lenguaje de los derechos, si bien es útil, no es necesario ya que es perfectamente posible construir sistemas morales que no incorporen la noción de derecho; probablemente esto pueda extenderse al contexto jurídico. Quizás en el ámbito del ambientalismo biocentrista la solución radica en transitar a un modelo de esta índole. En la próxima sección justamente intentaré delinear una posible solución.

3. DE LA ÉTICA DE LA JUSTICIA A LA ÉTICA DEL CUIDADO

A estas alturas del texto debe resultar claro que, si bien se reconoce la importancia de ambos movimientos, también es claro que el liberacionismo animal se encuentra mejor posicionado a la hora de invocar al lenguaje de los derechos como un marco normativo que busque salvaguardar la dignidad animal.

El caso particular de los derechos de la Naturaleza resulta, sin embargo, problemático, ya que la individuación de entidades abstractas no es trivial –como tampoco lo es una justificación acerca del origen de su estatus moral– y de hecho puede conducir a la imposibilidad de hacer justiciables dichos derechos. Invocar concepciones teológicas para darle coherencia a dichas entidades abstractas no hace sino vulnerar aún más la viabilidad de dicha posición. Surge por tanto la pregunta de qué hacer si el lenguaje de los derechos no resulta particularmente fructífero.

Quizás, una primera aproximación que busque atender dicha inquietud se decantaría por enfatizar la práctica del Buen Vivir –*sumak kawsay*– como una apuesta más fecunda; dicha práctica usualmente se traduce en un conjunto de recomendaciones acerca de cómo vivir, por ejemplo: saber, crecer, saber alimentarse, saber danzar, saber trabajar, saber comunicarse, saber soñar, saber escuchar y saber pensar. Dichas recomendaciones permiten conectar la práctica del Buen Vivir con las así llamadas *éticas del cuidado*; dichas éticas fueron originalmente propuestas por la psicóloga del desarrollo Carol Gilligan y posteriormente articuladas por diversas filósofas feministas (Solete, 2007).

La idea de Gilligan era contraponer las éticas basadas en principios abstractos, por un lado, con una modalidad de la ética basada en el reconocimiento de la vulnerabilidad, las asimetrías sociales y el grado de afectación que nuestras acciones producen en otras personas, por otro. Dicha aproximación enfatiza nuestra interdependencia, pero sin diluir a los individuos en un holismo radical; de igual manera, dicho enfoque apuesta por las *emociones morales* como la simpatía y la empatía como un sustento de nuestro actuar ante los otros (Solete, 2007).

eticistas posteriores han buscado enfatizar elementos adicionales que informan a las éticas del cuidado. Primero, dichas éticas enfatizan la atención –cognitiva, emotiva y conativa– ante las necesidades, intereses y predicamentos de los otros; esto es, reconocer una necesidad no es reconocerla cognitivamente sino reconocer el sufrimiento y desplegar, por tanto, empatía ante aquellos que sufren para, posteriormente, obrar de acuerdo a ello. Segundo, como consecuencia del punto anterior nuestra responsabilidad ante los otros se piensa no como un deber sino en términos de las emociones morales que enfatizan nuestra interdependencia y que se traducen necesariamente en un involucramiento práctico ante sus necesidades (Solete, 2007).

Esto es, en vez de apostar por plasmar en la esfera de los derechos y las leyes un sistema de obligaciones que luego deben ser aterrizados en instituciones y protocolos de evaluación, lo que se hace es apostar directamente por modificar nuestras conductas al favorecer patrones de conducta que conlleven una mayor empatía por los otros, entendiendo esta última categoría de otros como abierta a posteriores ampliaciones.¹⁶

Ello puede lograrse por medio de políticas educativas y de concientización, pero también al promover (i) obras de arte que reflexionen sobre el valor de los animales y el medioambiente, (ii) monumentos y memoriales que celebren a los animales, al medioambiente y nuestra relación con ellos, (iii) *áreas naturales protegidas* (ANPs) que permitan un contacto con el medioambiente y que acerquen a los ciudadanos al mismo, (iv) la creación de áreas verdes en espacios urbanos que permitan a la gente interactuar con el medioambiente en un aspecto cotidiano y, (v) campañas que busquen crear conciencia acerca de la existencia de fauna urbana no nociva cuyo bienestar debe ser valorado. En todos estos casos estaríamos apostando por la creación de una identidad colectiva en la cual la humanidad se contemple a sí misma como cuidadora del planeta y vigía de la fauna y flora que es nuestra compañera en esta portentosa nave espacial llamada Tierra.

Vale la pena aclarar, antes de cerrar esta sección, que esta apuesta se hilvana con suma naturalidad con el enfoque de las capacidades promovido por Nussbaum y Sen (Nussbaum, 2012) ya que, a través de las cinco recomendaciones señaladas, se asegura el surgimiento de una cultura material que fomenta una relación cognitiva, emotiva y conativa de cuidado y respeto por el medioambiente.

Si bien esto implica que no aceptamos como viables a los derechos ecológicos que se predicán de la Naturaleza, sí que reconocemos los derechos ambientales de humanos y no humanos y, por ende, valoramos la importancia que los eco-

¹⁶ Hay, creo yo, una virtud adicional en esta aproximación. Actualmente un tercer movimiento ambiental, la ecología queer (véase, por ejemplo, Morton (2010)), ha cuestionado muy duramente la idea del holismo que encarnan tanto la ecología profunda como el ambientalismo biocentrista. La razón de fondo es que un holismo radical suele comprometerse con dos tesis inaceptables. Primero, con la idea de una naturaleza como balance, lo cual se contrapone con lo que la evolución y la ecología científica de hecho describen. Y, segundo, su énfasis en la conexión entre todo ser hace imposible reconocer que los individuos y los organismos son centros de experiencia subjetiva que, si bien no deben ser reificados como entidades del todo separables de su ambiente, sí que deben figurar como focos de atención prioritaria toda vez que poseen las capacidades de sentir, sufrir y aspirar. En este sentido, evadir la visión de la Naturaleza como un todo integrado se convierte en una virtud.

sistemas tienen para nuestro desarrollo personal y colectivo –incluyendo colectividades con elementos no humanos– en diversos planos, tanto corporales como sociales, económicos, culturales, etc.

Así pues, las éticas del cuidado y el enfoque de las capacidades pueden unir fuerzas en lo que he llamado las *políticas del cuidado* y que tendrían por objeto la promoción de una ampliación de nuestra esfera eudaimonística al cultivar emociones morales por medio de culturas materiales y simbólicas que generan una responsabilidad emotiva, cognitiva y conativa ante los seres vivos y los ecosistemas. Ello demanda todavía el involucramiento del Estado y sus marcos jurídicos, incluso del lenguaje de los derechos para el caso de los animales, pero excede el ámbito legal al apostar por la creación de sujetos ambientalmente responsables.

4. CONCLUSIONES

En este texto he buscado presentar de manera crítica dos escuelas actuales de pensamiento ambiental: el liberacionismo animal y el ambientalismo biocentrista. He analizado la forma en la cual ambas escuelas invocan el lenguaje de los derechos como una forma de movilizar nuestras intuiciones morales en favor de dichas causas.

A mí juicio, el liberacionismo ambiental es consistente con el lenguaje de los derechos y tiene mucho que ganar al invocarlo. Sin embargo, ello no es el caso con los así llamados derechos ecológicos o de la Naturaleza. Dichos derechos, defendidos por el ambientalismo biocentrista, suponen la existencia de una entidad abstracta muy difícilmente delimitable; asimismo, pueden llevarnos a un conjunto de contradicciones indeseables que vulneren la laicidad o que terminen por imponer leyes de facto injustificables.

Mi propuesta radica en transitar hacia lo que he llamado una *política del cuidado*. Dicha política se alimenta tanto del enfoque de las capacidades como de las éticas del cuidado y tiene como objetivo promover una relación de responsabilidad y cuidado –en dimensiones tanto cognitivas como afectivas y conativas– ante los animales y los ecosistemas; se abandona, por ende, la idea de la Naturaleza como una entidad coherente en favor de una visión acorde con la ecología científica y su referencia al medioambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, A., 2014. La Naturaleza con derechos. Una propuesta para un cambio civilizatorio. En Rodríguez Saldaña, R. y Garza Grimaldo, J. G. (coords.), *La Naturaleza con derechos. Una propuesta para un cambio civilizatorio*. Chilpancingo: Universidad Autónoma de Guerrero.
- Cruz Parceró, J. A., 2012. *El lenguaje de los derechos. Ensayo para una teoría estructural de los derechos*. Madrid: Editorial Trotta.
- Derrida, J., 2008. *El animal que luego estoy si(gui)endo*. Madrid: Editorial Trotta.
- De Waal, F., 2006. *Primates and Philosophers. How morality Evolved*. Princeton: Princeton University Press.
- Garza Grimaldo, J. G., 2014. Los Derechos de la Naturaleza. Revolución Jurídica que avanza. En Rodríguez Saldaña, R. y Garza Grimaldo, J. G. (coords.), *La Naturaleza con derechos. Una propuesta para un cambio civilizatorio*. Chilpancingo: Universidad Autónoma de Guerrero.
- Koorsgard, C. M., 2009. *Self-Constitution: Agency, Identity, and Integrity*. Oxford: Oxford University Press.
- Morton, T., 2009. *Ecology without Nature. Rethinking Environmental Aesthetics*. Cambridge: Harvard University Press.
- Morton, T., 2010. Queer Ecology. *Modern Language Association of America*, pp.273-282.
- Nussbaum, M. C., 2012. *Crear capacidades. Propuesta para el desarrollo humano*. México: Paidós (Estado y Sociedad).
- Nussbaum, M. C., 2013. *Political Emotions. Why Love Matters for Justice*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Ortiz-Millán, G., 2014. Ética para matador. Savater, los toros y la ética. *Tópicos*, 46.
- Savater, F., 2010. *Tauroética*. Madrid: Turpial.
- Singer, P., 2009. *Animal Liberation*. Nueva York: Harper Collins.
- Solete, M., 2007. *The Ethics of Care and Empathy*. Nueva York: Routledge.
- Weber, M., 2009. *El político y el científico*. México: Editorial Colofón.

CIENCIA, IDEOLOGÍA Y PROGRESO SOCIAL

*Francisco Javier Cepeda Flores**

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, en que se presenta la revolución científico-técnica (RCT), se ve fortalecido el concepto ideológico de que las fuerzas productivas avanzan siempre en sentido progresivo, en beneficio de toda la humanidad. Sin embargo, cada vez es más clara la necesidad de hacer análisis que desmistifiquen el carácter ideológico de optimismo en la RCT, que concibe el desarrollo de la ciencia y la técnica actual como ilimitado, capaz de resolver todos los problemas de la humanidad mediante un ascenso lineal y siempre positivo de la capacidad productiva del hombre.

Dichos análisis conducen necesariamente a la crítica del concepto de progreso que el capitalismo ha impuesto, basado en el desarrollo industrial como auxilio de la ciencia y la tecnología, ya que el capitalismo ha impuesto el automóvil, la masificación de la producción superflua, la militarización y la guerra, los antibióticos, las ideas racionalizadoras, los energéticos, las computadoras, el desperdicio, el hambre, la destrucción cada vez más presente, etc., todo ello con relevante participación de la ciencia puesta al servicio de las relaciones sociales imperantes.

Al pretender hacer una evaluación crítica de las políticas científicas y tecnológicas, es preciso reflexionar sobre el concepto de progreso que se nos impone. ¿Es posible alcanzar en México ese progreso que otros países han logrado?, ¿será conveniente amoldar la sociedad para buscar dicho progreso?, ¿debemos ignorar la insalubridad, el hambre, las carencias generales y la destrucción presente a varios niveles como subproducto de ese concepto de progreso?, ¿no existirán formas alternativas de alcanzar la riqueza social con plenitud universal de los valores fundamentales de la humanidad?

Para ello habremos de revisar los valores, principios y conceptos que integran nuestra concepción del mundo. Esta revisión necesariamente alcanzará a impactar con fuerza los fundamentos de la ciencia y la tecnología; la ciencia es una actividad social que se relaciona con el resto y está sujeta a las presiones, valores e interés que imperan en la sociedad. Al actual desarrollo científico-técnico le corresponde una forma de concebir el mundo y, por tanto, al revisar esta visión daremos pie

* Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas, Universidad Autónoma de Coahuila. / fcepeda@cima.uadec.mx

a la construcción de un tipo de ciencia y técnica diferente. La función social de la ciencia y la tecnología de ninguna manera es un hecho económico exclusivamente, sino que debemos abordar este análisis desde la perspectiva superestructural que integra el desarrollo inherente a la ciencia y su epistemología, con los hechos económicos que determinan.

Así, como parte importante del carácter clasista de la ciencia y tecnología, demostrado en el devenir social, encontramos de manera también relevante el carácter ideológico inherente a la ciencia y la tecnología.

No es posible definir una política científica y tecnológica sin tomar en cuenta la ideología implícita tanto en la organización, orientación y uso del conocimiento como ideología presente en el contenido mismo; a menos que se asuma acríticamente, como hasta ahora, la concepción del mundo dominante: el progreso del capital y el positivismo *cientificista* que integran la apología de la sociedad industrializada. El hacer esfuerzos en ciencia y tecnología basados exclusivamente en la imitación sólo conducirá a graves fracasos y a una dependencia cada vez mayor.

Pretendemos entonces que se discuta críticamente la relación ciencia e ideología imperante en nuestro medio, concretamente a través del análisis integral del concepto de progreso y la concepción del mundo que rige nuestra existencia y que le da sustento a los esfuerzos en ciencia y tecnología.

El buscar soluciones a los problemas del subdesarrollo sin violentar al marco político institucional e incluso legitimándolo, reforzándolo y haciéndolo más racional, nos sitúa en el papel ideológico que la ciencia juega de manera importante. Es una contradicción estructural de la ciencia pretender justificar todos sus pasos y, sin embargo, no explicar ni mucho menos cuestionar el más elemental de ellos: el que le da origen, o sea su relación con la sociedad. Dicho contrasentido representa una de las restricciones más importantes de los diagnósticos y la política científica y tecnológica.

Los temas que se plantean requieren una muy amplia y detallada discusión que en este espacio limitado no es posible realizar. Se intenta presentarlos invitando a la discusión y la bibliografía que se aporta puede ser un buen principio para abordar dicho esfuerzo, porque la toma de conciencia es indispensable para salir de la zona de confort ideológica.

CARÁCTER DESTRUCTIVO DEL DESARROLLO DE LAS FUERZAS PRODUCTIVAS

El camino de construcción de alternativas debe iniciarse partiendo de las características propias del sistema para explicarse los hechos destructivos que se han presentado.

En el capitalismo todos los esfuerzos de la sociedad están dirigidos y orientados hacia la valorización del capital. Esta naturaleza de las relaciones capitalistas de producción y su dinámica, hace que el capitalismo tenga la misión histórica de desarrollar las fuerzas productivas, lográndolo de manera unilateral, deformada y con implicaciones destructivas inseparables.

El capitalismo, desde su imposición como sistema dominante, derrama sangre y lodo nos dice Marx (1992). El aspecto destructivo, tanto de las anteriores relaciones como de las nuevas que implanta, es originario de la constitución del capital como relación social. Llegados a un cierto punto, las relaciones sociales implantadas por el capital empiezan a chocar con el desarrollo de las fuerzas productivas. Se abre pues un proceso permanente y discontinuo de destrucción de fuerzas productivas, mientras las relaciones sociales no sean superadas. Este proceso es particularmente agudo en las crisis capitalistas, en donde se destruye capital en su forma fija como capital, en su forma trabajo, capital dinero y capital mercancía.

La destrucción de fuerzas productivas se resume, en términos de valor, en aniquilación de éste, es decir, del trabajo acumulado por las generaciones precedentes en sus diferentes formas, así como en destrucción del espacio social y geográfico del capital y la mercancía. El capital entra en una crisis de reproducción no sólo del propio capital sino de las relaciones que él mismo establece. Se produce así una crisis que a fin de cuentas pone en cuestión la propia reproducción de la formación social capitalista.

El capital, para conservarse, necesita convertir el desarrollo de la fuerza social productiva del mismo, y también la mercancía, en su contrario. Necesita convertirse como capital y mercancía en fuerza social destructiva (Cepeda, 1980; Cepeda, Cervantes y Cepeda, 1979).

En la época actual, después del auge de la post-guerra que vivió la economía capitalista internacional y del agotamiento de los recursos que sirvieron a este auge, se ha iniciado una crisis económica, política y social de largo alcance, que desarrolla como nunca antes las fuerzas destructivas del capital, medidas por el aniquilamiento del valor acumulado y por las necesidades destructivas del capital y la mercancía que la crisis abre. Estamos así ante la crisis más importante del capital desde el comienzo de la historia. En este sentido la fuerza destructiva del capital se impone sobre su fuerza productiva, amenazando la propia sobrevivencia del hombre sobre la Tierra y todos los productos del trabajo acumulado en toda la historia de la humanidad.

La ley de la tendencia a la baja de la tasa de ganancia enunciada por Marx (1992) con sus características y los límites inmanentes al propio capital, está operando y sirve como hilo conductor para el análisis de la conversión de las fuerzas productivas en destructivas. En la actual crisis, esta caída de la tasa de ganancia como freno para la reproducción del capital implica, para ser superada, una destrucción sin precedentes a nivel de la economía internacional y de la fuerza de trabajo. En este trance, como nunca antes, los límites impuestos a las relaciones sociales por el capital, y la superación de esos límites, se convierten en un asunto de vida o muerte para la humanidad.

La escisión existente entre valor de uso y valor de cambio tampoco tiene precedente y se manifiesta en la antítesis completa que se da entre la satisfacción de necesidades humanas y la reproducción del capital y su relación social, que ha adquirido en la actualidad un profundo desarrollo destructivo, y ha limitado toda la potencialidad productiva del trabajo acumulado. Así mismo amenaza y hace más

costosas las nuevas alternativas que la humanidad va planteando en sus intentos por superar al capitalismo como sistema dominante, así como sus límites.

Cuando hablamos de destrucción y la resaltamos puede mal interpretarse nuestra concepción como una posición catastrofista, por lo que es necesario precisar que la destrucción no tiene un carácter absoluto sino dialéctico, en donde al mismo tiempo que crece la producción crece la destrucción y ésta puede llegar a dominar a aquella, por las relaciones de producción capitalista que deforman las fuerzas productivas al frenarlas.

El desarrollo de las fuerzas destructivas ha distorsionado la ciencia y la tecnología al someterlas a las necesidades de valorización del capital; limitándolas en sí mismas y convirtiéndolas en la punta más peligrosa del propio desarrollo destructivo, mutilando completamente las potencialidades y nuevas alternativas que el propio desarrollo de la ciencia y la tecnología posibilita. La militarización de la ciencia es uno de los rasgos más sobresalientes en este proceso.

Se hace absolutamente necesario llamar a la construcción de un sistema teórico, desde las más diversas disciplinas para analizar este desarrollo unilateral que se convierte en fuente de males para la mayoría, así como de las alternativas que pueden surgir de la crítica del diseño de objetivos, contenido y usos de la actual tecnología y de la ciencia en sus más distintos campos. Sobre esta base imprescindible podrían constituirse sistemas alternativos para el papel de la ciencia y la tecnología al servicio del hombre y no de su destrucción.

IDEOLOGÍA DE LA INDUSTRIALIZACIÓN Y DEL PROGRESO

Uno de los instrumentos mediante el cual la sociedad capitalista impone su concepción de progreso, a pesar de los hechos antes señalados, es la ideología de que sólo a través de la producción industrial en las fábricas quedarán satisfechas las necesidades vitales de los hombres. Mediante la ciencia y la técnica los métodos de producción se revolucionarán constantemente, de acuerdo a un pretendido desarrollo neutro del conocimiento que se determina según una lógica interna objetiva, una progresión única de un nivel productivo a otro superior. Esta ideología señala que la industrialización, mediante la ciencia y la técnica, es una necesidad práctica y no política para llegar al desarrollo social.

Hablar de industrialización, según esta apología, es hablar de progreso social, de modernidad y de bienestar social, generado gracias a los medios científicos y técnicos que definen el progreso de manera necesaria y única. El oponerse a ese desarrollo científico y tecnológico es algo considerado como oscurantista y reaccionario.

El progreso humano se mide por los progresos productivos, por los progresos de la ciencia y la técnica. Los éxitos o fracasos para llegar a la luna son el signo de nuestro tiempo, hechos que definen el progreso social.

Esta ideología, que hermana la industrialización con un determinado desarrollo y un determinismo de la ciencia y la técnica, pretende ocultar la destrucción, explotación, manipulación política, miseria, insalubridad, desigualdad, etc., que

van aparejadas con la industrialización-progreso. Cuando se llegan a mencionar estos aspectos es para justificarlos racionalmente como el costo del progreso. No se examina el hecho de que es la necesidad de acumular la que hace que el capital desarrolle las fuerzas productivas, poniendo a su servicio, imponiendo dicho objetivo y esclavizando a la ciencia y a la técnica que, por tanto, se desarrollan deformadamente y no de manera “neutra”, “objetiva”, “racional”.

El proceso histórico –sostiene Horkheimer– ha traído consigo un esclerosamiento de la ciencia como fuerza productiva, que repercute en todas sus partes, respecto del contenido y de la forma, de la materia y del método. (Horkheimer, 2003, p. 21)

Dejando de lado otros aspectos de la ideología de la industrialización para concentrarnos en los objetivos de este documento, debemos señalar que esta ideología sostiene la neutralidad de la tecnología en cuanto a su contenido, pero genera un aparato tecnológico que lleva impresas las relaciones capitalistas de producción. Se impone así el pensamiento racional, la razón racionalista y las formas de control social como formas dominantes en la acción y el pensamiento social. A izquierda y derecha, a lo largo y a lo ancho, se impone la racionalidad como un imperativo económico y la racionalidad positivista como un imperativo categórico de la ciencia y la técnica.

Esta interpretación global oscurece las relaciones entre ciencia y tecnología y poder social. Si planteamos el problema sólo en términos de eficacia y productividad estaremos ocultando las raíces sociales, los resortes concretos que mueven la ciencia y la tecnología y la filosofía en que se encuadran. Se oculta cómo la ciencia y la tecnología y los modos de producción se refuerzan mutuamente.

CIENCIA E IDEOLOGÍA

La mistificación ideológica de la industrialización implica el determinismo y la neutralidad de la ciencia y la tecnología, por eso sólo se les toma como un instrumento objetivo de la producción económica. Bajo esta concepción no existe en ella ninguna problemática de desarrollo inherente al conocimiento; como tampoco existe ninguna concepción filosófica implícita ni explícita en la teoría científica y su aplicación que lo involucre en la lucha de clases o social, que en la realidad sí existe. El investigador se puede escudar espontánea o muy conscientemente en la “doctrina de una razón inmutable” y olvidarse de las connotaciones sociales.

No se pretende negar el papel útil que como fuerza productiva tiene la ciencia, sino señalar que su integración como medio de producción no autoriza a sostener una teoría pragmática del conocimiento científico, en donde la utilidad sirva como criterio de verdad. Y mucho menos debe conducirnos a otorgarle un determinismo neutro y un carácter a ideológico.

Incluso el marxismo empobrecido, cargado de positivismo, anula cualquier devenir inherente a la ciencia y sólo considera “lo científico” como algo que se relaciona de manera externa con los intereses económicos y la lucha social y su con-

ciencia. El *externalismo* tiende a explicar el desarrollo del conocimiento sólo como un resultado de los condicionamientos de la estructura social.

Según la concepción materialista de la historia –dice Engels– el factor que en *última instancia* determina la historia es la producción y la reproducción de la vida real [...] Si alguien lo tergiversa diciendo que el factor económico es el *único* determinante, convertirá aquella tesis en una frase vacua, abstracta, absurda. (Marx y Engels, 1969, t. 2, p.490)

Del origen social del conocimiento se desprende su carácter clasista, estando ligado a los intereses, uso y concepciones de la clase dominante, de manera cada vez más acentuada, en tanto el rol de la ciencia va siendo más importante en la sociedad. Así, consecuentemente, la no neutralidad de la ciencia debemos entenderla presente en:

- Su organización. Que reproduce las concepciones sobre la organización social que la clase dominante ha impuesto.
- La orientación. Tanto en el concepto de lo que es la ciencia y su papel social, como por la promoción de áreas problemas de acuerdo a los intereses dominantes, lo cual puede llegar a deformar, por su parcialidad, el desarrollo de las fuerzas productivas.
- El uso. Qué se hace del conocimiento en lo que se refiere a las aplicaciones concretas, pero también por la determinación exclusiva que practican las clases dominante, por la manipulación ideológica que se lleva a cabo, por el destino que se le da a conocimientos adquiridos o por adquirirse.
- El contenido en sí, ya que el sistema de conceptos y los conceptos mismos, con la problemática, metodología, lenguaje, valores, y criterios de verdad que implican, son establecidos por la clase dominante, por la acción directa o por la concepción del mundo que impone como dominante, a la cual se sujeta dicha problemática. De ahí el carácter ideológico de la ciencia.
- La ciencia es ideológica no tanto porque sean falsos o no sus juicios sino, dice Horkheimer, por “su falta de claridad, su ambigüedad, su lenguaje encubridor, su actitud ante los problemas, sus métodos, la dirección de sus investigaciones y, principalmente, en todo aquello frente a lo que cierra los ojos” (Horkheimer, 2003, pp.19-20).
- La “confianza en la razón”, la apología de la ciencia convierte a ésta en un mito por encima de la sociedad, cuyo avance depende de la cantidad y calidad que se haga de ciencia en su seno.

Este *cientificismo* positivista tiene sus orígenes históricos desde el momento en que los intereses dominantes detentan la ciencia, que la convierten en verdad absoluta, de tal forma que esa clase dominante posee la verdad a través de la ciencia.

Ni aun el método experimental escapa a los valores, criterios de verdad y discriminación social que se llevan a cabo en un momento histórico, con el fin de consolidar los intereses socialmente dominantes. Una formación social e históricamente determinada impone la observación de la realidad de acuerdo a sus necesidades y concepciones culturales y después de esto hace emerger los posibles modelos teóricos, sólo aquellos coherentes con sus intereses. En el momento en que se confrontan dichos modelos con la experiencia, mediante la aplicación de criterios de observación y de verdad, se hace sólo con la experiencia que conviene observar, de tal forma que se "demuestre objetivamente" dicho conocimiento que será aplicado a la consolidación de los intereses socialmente dominantes.

Y con respecto a la tecnología, es claro su papel social no sólo en el terreno práctico de la producción, sino que también es claro cómo la tecnología juega parte importante para imponer un tipo de cultura, un tipo de forma de vida, con valores y costumbres derivadas del modelo tecnológico en cuestión. Por más que se quiera ver en las máquinas simples máquinas, la historia y, hoy más que nunca, la realidad del trabajador directo y de la sociedad en su conjunto está impregnada de concepciones ideológicas sobre el progreso, el determinismo tecnológico y todos los valores y criterios de verdad derivados de la generalización de una tecnología al servicio de la obtención de plusvalía exclusivamente. Innumerables muestras de sometimiento y explotación derivadas de la tecnología hay en la historia y en la sociedad actual como para que ignoremos dogmáticamente el papel de la técnica a favor de la perpetuación social; la tecnología es como un gen biológico que contiene la información codificada para que en un ambiente favorable reproduzca los valores, la concepción del mundo y las relaciones de producción imperantes que a través de quien la diseña se integren a ese bosquejo.

De aquí que debe superarse la concepción positivista de verdades objetivas ahistóricas, a ideológicas y neutras socialmente. Por tanto, deben superarse también las posiciones "internalistas" y "externalistas" con respecto a la función social de la ciencia, ya que los conceptos de interno y externo plantean una disyuntiva y una problemática falsa. No existen aspectos internos o externos de la ciencia, sólo existe un desarrollo social del conocimiento que al superar el internalismo y externalismo intenta abandonar las explicaciones simplistas de causa-efecto, buscando la reconstrucción integral de los periodos históricos para interrelacionar los elementos que explican la dinámica del conocimiento a través de la historia.

No se trata de negar las determinaciones de la estructura económica, ni tampoco aspectos determinados por el desarrollo propio del conocimiento científico. Se trata de superar estos aspectos parciales, tomándolos todos íntegramente, valorando cada uno de ellos en relación con el resto, y con el problema específico que se esté analizando.

ALGUNOS ELEMENTOS IDEOLÓGICOS DE LOS CIENTÍFICOS EN MÉXICO

Enmarcados por lo anterior y para el caso de la mayoría de los científicos de las ciencias naturales en México, consecuentes con la educación nacional y extranjera que han recibido, participan de la mayor parte de las concepciones ideológicas imperantes en la “comunidad científica internacional” ubicada en los países desarrollados.

No sólo en su realidad, a nivel educativo, ha adquirido dichas concepciones, sino que en la actualidad, como investigadores en una realidad subdesarrollada y dependiente, el medio les refuerza los mitos ideológicos que sobre la ciencia sostienen algunos científicos de este país, en ocasiones implícitamente o en otros por deformación o desinterés.

Aunque no se puede generalizar, tomando en cuenta las opiniones de los científicos con mayor influencia en las estructuras académicas y de poder, se pueden aportar algunos elementos ideológicos que conforman la explicación imperante del universo y concretamente alrededor de la ciencia. El aportarlos tiene la finalidad de resaltar el problema que significa el cambio a otra concepción del mundo que oriente la transformación social, ya que para lograrlo habrá que vencer la inercia y el atraso que significan las concepciones que campean en los círculos institucionales de las ciencias naturales.

Si no se logra dicho cambio, y suponiendo que se pudiera dar un impulso fundamental al sistema de ciencia y tecnología (SCT) en México, lo único que estaríamos logrando es reproducir y mejorar el sistema y la racionalización actual. Frecuentemente los científicos en México sostienen espontáneamente la misma plataforma ideológica, la misma racionalidad que los de la “comunidad científica internacional” y, por ende, su desarrollo perfeccionado conducirá a legitimar lo establecido, a reproducirlo. Serán incapaces de concebir una sociedad diferente y una ciencia diferente o simplemente tienen otros intereses.

Veamos, aunque sea esquemáticamente, cómo estas afirmaciones se concluyen de alguno de los principales elementos ideológicos de sectores conservadores de la “comunidad científica nacional”, que se critican implícitamente en este documento, pero cuyo análisis no es el objeto de esta propuesta y que, por lo demás, existe abundante literatura en donde se le contraponen tesis sobre la función de la ciencia en la sociedad a través de la historia y se desnudan dichas posiciones ideológicas.

- a) En primer lugar, se concibe a la ciencia como “una actitud creadora cuyo objetivo es la comprensión de la naturaleza y cuyo producto es el conocimiento”, que de manera eventual contribuye al desarrollo y a la generación de la cultura, sin ser estos últimos aspectos parte del ámbito científico. Se considera a la ciencia como una y universal, ajena a las luchas, aplicaciones y motivaciones sociales. La ciencia es una búsqueda desinteresada de la verdad y neutra socialmente. Su dinámica sólo obedece a su propia lógica interna y al impulso de los genios científicos.

Existe la verdad ideal que a través de la racionalidad inmanente en el discurso científico será alcanzada, ya que el deseo de verdad promete verdad.

- b) Se sostiene el concepto neopositivista de ciencia, en donde sólo entra lo regular, sistemático, experimentalmente demostrado con hechos, formalizable, matematizable, absoluto o antihistórico, ordenado y armonioso, subordinado a una ley que parte de un universo rigurosamente determinado. La objetividad de la ciencia conduce a verdades eternas y absolutas que tienen un carácter ideológico y por ello se sostiene como “la Verdad”.

Esta visión es pilar fundamental para generar la concepción de neutralidad social de la ciencia y el carácter aséptico del investigador que realiza un trabajo fundamental que nada tiene que ver con las buenas o malas aplicaciones que hagan los buenos o malos políticos.

Lo que se impone es hacer “buena y mucha ciencia” como búsqueda desinteresada de la verdad. Por supuesto que este cientificismo revela una ignorancia mayúscula sobre la práctica científica misma; pero sobre todo, al practicar la ciencia definida por la moda y los patrones impuestos en la “comunidad científica internacional”, ignoran la utilización grosera de que son objeto.

- c) Por “buena ciencia” se entiende (aunque teóricamente de manera ambigua pero en la práctica muy claramente) la que se lleva a cabo en los países desarrollados, dentro de un paradigma determinado. Los esfuerzos realizados se encaminan a resolver los problemas y las anomalías de dicho paradigma, que es impuesto por los intereses de los países desarrollados. Se practica así una ciencia conservadora en el sentido que sólo se mueve dentro de un marco prefijado sin pretender cambiar hipótesis, metodologías, valores, etc., que conduzcan a un cambio revolucionario. Los científicos de hoy ni siquiera han podido superar ese concepto que les fue enseñado por sus maestros en otra época y en otro lugar.
- d) Se considera a la ciencia pura, básica, fundamental, como el ideal que sólo alcanzan los “buenos científicos”, dejando la ciencia aplicada a la tecnología para las personas menos dotadas. El elitismo y la jerarquía inundan las visiones de estos investigadores que, a la vieja usanza aristotélica, separan el trabajo manual del intelectual, reservándose este último y condenado a los “inferiores” a las tareas ingratas de la ciencia y de la sociedad.
- e) Al concebir al conocimiento como ahistórico y neutro socialmente, consideran que el motor que lo mueve es su propia dinámica interna que sostiene un investigador aséptico. Internalistas de profesión, hipócritamente defienden su área como derecho inalienable del investigador, ocultando su dependencia mental, teórica, metodológica, etc., de intereses que pretenden no conocer. Defienden su “libertad de investigación” sin cuestionarse si realmente detentan y practican esa libertad o se entregan a la irresponsable imitación.
- f) Del internalismo de profesión se desprende el rechazo o el ignorar las políticas científicas y tecnológicas del Estado, que esconden la lucha por defender su estatus social privilegiado, en algunos casos, y en otros, el reclamo por no verse incluidos en las esferas de poder decisivo.

Por supuesto que existe un conjunto cada vez mayor de investigadores que al hacerse una autocrítica e incluir a la ciencia en el debate social y subirla al foro político, se van liberando de todas estas concepciones y luchan contra la intromisión del Estado porque la consideran una manipulación más del poder para legitimar lo establecido ante lo cual luchan. Es claro, sin embargo, que estas corrientes nuevas son sólo un germen que se ve abrumado por las concepciones y el poder que las dominan (ver bibliografía).

Todo este bagaje ideológico merece ser tomado en cuenta porque arropados por él, una política científica y tecnológica realmente eficaz para el sistema conduciría a profundizar algunos de los actuales rasgos más importantes del SCT nacional.

Es necesario desmistificar el supuesto carácter definitivo de objetividad y verdad absoluta de la ciencia ya que en esa pretensión ideológica y neutra radica uno de sus rasgos principales que conforman el papel ideológico de la ciencia y la tecnología.

La responsabilidad social del científico debe conservar una actitud crítica de las relaciones sociales y económicas que le rodean, realizando una ciencia acorde con esa crítica, porque de lo contrario sólo contribuirá a reproducir dicha sociedad, con todas sus consecuencias e incluso a legitimar con su actividad el estado de cosas. No se trata de sustituir una ideología por otra nacionalista; si el académico no logra romper con los marcos ideológicos y sociales, por más que se esfuerce en hacer "buena ciencia" estará cayendo en la trampa de los intereses que a lo mejor le son ajenos. No se podrá llegar a una situación en que la ciencia desempeñe una función liberadora si quienes la elaboran se empeñan en reproducir lo existente, imbuidos por la ideología del sistema y condicionados por los intereses capitales de dicho sistema.

El documento sobre *Política Nacional de Ciencia y Tecnología: estrategia, lineamiento, y metas*, que el Conacyt realizó en 1976, incluía como parte de las funciones de la ciencia y la tecnología la de "ser uno de los puntales de la conciencia crítica de la sociedad [...] y puede desempeñar una labor de alerta respecto a las deficiencias del desarrollo social" (Conacyt, 1976, p.2). Es decir, se incluye con esto y en varios párrafos adicionales, la función ideológica de la ciencia, además de la utilidad práctica, como un objetivo explícito en la política nacional de ciencia y tecnología.

Pero en ese caso, la función ideológica se enmascara al asignarle a la ciencia un papel de promotora de la racionalidad crítica omnicompreensiva. Se enmascara porque mientras no cambien los hábitos y la forma de explicar la sociedad en los investigadores mexicanos, difícilmente podrán elaborar una crítica y mucho menos "promover [...] los hábitos de pensamiento racional, crítico e inquisitivo, en amplias capas de la sociedad" (Conacyt, 1976, p.2). A lo más, la crítica que podrán sostener con la ideología que los aprisiona, será aquella que tienda a hacer más eficiente al sistema, reproduciéndolo con su ayuda.

Y esa concepción del mundo no será fácil cambiarla en tanto obedece a una práctica de un grupo social privilegiado que se compromete cada vez más con el sistema que lo premia, en tanto el aparato científico se compromete y vincula con la producción de manera más amplia y orgánica. De esta manera la racionalidad

de la ciencia se estrecha cada vez más con la racionalidad de la producción y será improbable que los científicos generen y difundan una razón contraria a la estructura que los sostiene. De ahí, por ejemplo, la difusión en países avanzados de la razón instrumental como concepción de la ciencia que es puesta al servicio de la producción exclusivamente.

En contradicción con estas posiciones existen corrientes que buscan el cambio científico, filosófico y social. En palabras de investigadores del Colegio de México estas corrientes destacan el hecho de que:

la función social más importante que tiene el científico es la de utilizar una lógica crítica para cuestionar y rebasar la racionalidad interna del sistema social que enmarca su actividad; para analizar sus reglas internas de evolución y para examinarlo en tanto que fenómeno histórico concreto en un universo de opciones alternativas; para superar las restricciones que la racionalidad del sistema social y económico impone al discurso científico, haciéndolo funcional y operativo; y para abrir nuevas opciones en las cuales la ciencia tenga efectivamente una función liberadora del hombre, sin mediar el asalto tecnológico a la naturaleza, opciones en las que el escapismo del consumo y la cosificación creciente del ser humano no constituyan una necesidad del sistema económico. Esta sería la meta más importante de la política científica y es innegable que el compromiso ético para alcanzarla corresponde a los científicos. (Nadal, 1977, p.31)

RASGOS CARACTERÍSTICOS DEL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NACIONAL

La ideología como falsa conciencia es posible en la medida de que se nutre del desconocimiento y desinterés. Es muy frecuente que a los investigadores nacionales, metidos en su actividad diaria específica, comprometidos con su problemática y proyectos, no les interesa e ignoran el medio en que se desenvuelven y, por tanto, desconocen el SCT nacional y el aparato internacional que domina la RCT.

Ese desconocimiento genera posiciones ingenuas cuando se aceptan los discursos oficiales que hacen promesas imposibles de cumplir y tienden una cortina de humo sobre el estado lamentable de la ciencia y la tecnología en México. El Estado hace apología de la labor de los científicos mexicanos y promete más recursos, que por lo menos durante los últimos 40 años nunca llegaron. Sexenio a sexenio se promete casi el paraíso para el sector de la ciencia y tecnología, ocultando sistemáticamente la realidad y los instrumentos que realmente están impactando esa realidad, es decir, una realidad de un país atrasado, subdesarrollado, muy dependiente, con enormes desigualdades y pobreza, con un modelo de desarrollo que profundiza y amplía ese estado de cosas.

Las políticas que explicitan los discursos políticos no hacen al país; son las políticas implícitas, derivadas del modelo de desarrollo, las que definen el estado de cosas, particularmente la realidad de la ciencia y la tecnología en todos los países.

Así, sin pretender la descripción detallada, con unos cuantos adjetivos que devienen en sustantivos, se puede caracterizar globalmente el SCT nacional, con base

en muchos y muy variados estudios especializados y hasta del propio Conacyt, sintetizando unánimemente que dicho sistema es:

- Raquítrico, en todo: en investigadores, en centros de investigación, investigadores, patentes, publicaciones, presupuesto, etc.
- Desvinculado del aparato productivo local, regional y nacional y por tanto vinculado a otras realidades.
- Dependiente estructuralmente del exterior a un nivel que implica integración socioeconómica y política.
- Descoordinado, donde hasta muy tardíamente existe un organismo rector que impacta más en controles burocráticos que en la integración nacional de los esfuerzos.
- En consecuencia, la importación de conocimientos científicos y tecnológicos, es abrumadora, onerosa y generadora de fuertes costos, desperdicios sociales y degradación de recursos naturales.

Los rasgos anteriores están ampliamente respaldados con datos y diagnósticos oficiales y de especialistas que por falta de espacio no es posible incluir, pero que se pueden ver en la bibliografía. Así que las visiones apologéticas y optimistas sólo engañan a los inocentes; o a los que tienen intereses que cuidar.

Los modelos de desarrollo estructuralmente al servicio del desarrollismo y el liberalismo se basan en políticas dependientes en todos sus aspectos, que inhiben los esfuerzos nacionales, desde el porfiriato. Por tanto, mientras subsistan las actuales circunstancias y haciendo a un lado las excepciones, el SCT nacional está cada vez más condenado a ser un aparato periférico, dependiente de la comunidad científica internacional controlada por los monopolios, realizando la función de subsistema de apoyo en áreas de investigación intrínsecamente relacionadas con el país, sobre todo en el terreno de la generación de datos y observaciones experimentales sobre la realidad nacional.

ALGUNOS PRINCIPIOS ALTERNATIVOS GENERALES

Pero no basta quedarse en este punto de las conclusiones, sino que es necesario buscar alternativas que, enmarcadas en una transformación, modifiquen el carácter destructivo actual en el desarrollo de las fuerzas productivas y la ideologización anotada.

Consideramos que es fundamental contemplar, en las alternativas, un desarrollo tecnológico y científico sustentado por la clase obrera, lo que necesariamente cuestiona las ideas positivas del progreso capitalista. Con la experiencia, capacidad, necesidad y control de la clase obrera podrán generarse un gran número de consecuencias multilaterales originadas por la participación colectiva y heterogénea de la mayoría de la población.

Es importante dejar sentado que no es suficiente saber que las fuerzas productivas desarrolladas en el capitalismo son una herencia para la construcción del socialismo, sino que es necesario plantearse cómo y para qué, en tanto que actualmente, como hemos visto, éstas se transforman en trabas (fuente de males) para el desarrollo de la sociedad; así, las vías para una alternativa dependen de una determinación propia de la clase obrera, superando los mecanismos de control científico y tecnológico capitalistas. El obrero no puede ser un sujeto pasivo que recibe los beneficios de una ciencia y una técnica capitalistas ya desarrolladas; no puede considerarse por la “aceptación” capitalista de la productividad y el saber sino que puede ser como obrero mismo, y por su carácter colectivo, el que transforme de manera práctica las condiciones intelectuales de la producción científica y técnica. Esta tarea puede ir a la par del desarrollo productivo si se concibe la herencia de las fuerzas productivas como un problema de integración entre el trabajo acumulado por la sociedad y los propios trabajadores y no como una exclusiva asimilación acrítica de ella. La clase obrera de países capitalistas y socialistas ha comenzado a desarrollar experiencias con esta concepción, que aún resultan incipientes, aisladas e incompletas por las dificultades y tropiezos que representa el iniciar un objetivo poco comprendido y que el capitalismo se encarga de desacreditar.

Con la globalización del neoliberalismo o “revolución de los ricos”, la posición de la clase trabajadora es muy adversa; sin embargo, ha comenzado a surgir una visión de integración de la clase obrera y otros sectores, con el desarrollo de las fuerzas productivas en diferentes aspectos de la sociedad real, como son la organización de la producción y el trabajo, la salud y la conservación del medio ambiente, la comunicación, etc. Visión que aportará, aun a las ciencias como la matemática, la física y la biología, la necesidad de una transformación cualitativa de sus conceptos científicos.

Otro aspecto, de carácter general, que debe tomarse en cuenta en el planteamiento y construcción de una alternativa, es el hecho de que todos los modos de producción tienen rasgos y determinaciones comunes, cosa que es más acentuada entre el capitalismo; pero por otro lado, cada uno de los modos de producción es diferente, precisamente por sus especificidades que los hacen incluso antagónicos. Esta regularidad de los modos de producción nos hace ver que en el terreno de la ciencia y la técnica se pueden construir alternativas al desarrollo capitalista actual, sin que esto quiera decir que se tire a la basura el conocimiento desarrollado en el capitalismo u otros modos de producción, por el contrario, se trata de aprovechar la acumulación de conocimientos que representan un patrimonio de la humanidad, proyectándole al futuro de acuerdo a otra concepción del mundo, que en el socialismo se debe construir. Recordamos aquí que la ciencia es ideología no sólo por los planteamientos subjetivos que puede llegar a elevar sino también por su ambigüedad, su actitud ante los problemas, la orientación de sus enfoques, sus métodos, la dirección de sus trabajos, su organización, su complicidad implícita o explícita con el estado actual de la sociedad y por el uso concreto de que es objeto por quienes la detentan.

Entonces, los lineamientos para una alternativa deben regirse por otras consi-

deraciones, desechando conocimientos, prácticas, métodos, objetivos, orientaciones y usos que vayan de acuerdo con el mundo capitalista, pero al mismo tiempo rescatando aquellos elementos que vayan de acuerdo a la nueva sociedad.

Un elemento central de esa alternativa lo constituye el control de la población o de los obreros en concreto de la ciencia y la técnica. Si pretendemos construir una alternativa que ponga el conocimiento al servicio de los obreros es imprescindible que convirtamos a estos en expertos de la ciencia y a los científicos en conscientes del mundo obrero. Cuando existen separaciones drásticas entre estos sectores, se desarrolla la separación entre trabajo manual e intelectual, el mito del especialista y, sobretudo, se van desarrollando e introduciendo al proceso de trabajo, ciencia y tecnología que llevan implícitas ciertas relaciones de producción, cierta división técnica del trabajo y cierta ideología que le son impuestas al obrero.

Recuérdese cómo los enfoques positivistas invaden la ciencia actual incluso en países en donde no existen las relaciones capitalistas de producción, por lo que siempre se corre el riesgo de introducir elementos opresivos al aparato productivo cuanto éste se “moderniza”, a menos que los propios obreros ejerzan un control estricto sobre el proceso de producción de conocimientos, en donde el científico tradicional dejará de serlo para convertirse en un obrero científico de la producción.

Para evitar caer en el utopismo, debemos señalar que esta alternativa debe tomar en cuenta las condiciones que la globalización del neoliberalismo plantea, y también las circunstancias concretas de la lucha de clases que la condicionan. Además de que, por lo general, los países que están en posibilidades de llevar adelante una iniciativa de este tipo son regiones con muchas carencias y en muchos sentidos atrasados, por lo que para los momentos iniciales de reconstrucción será difícil que se presenten las condiciones para hacer una revolución cultural, ya que habrá tareas de producción urgentes que obstaculicen los planteamientos innovadores y tendrán que realizarse con un sinnúmero de prácticas negativas para el hombre, pero que están probadas como “eficientes” según una concepción positivista, autoritaria, elitista o incluso capitalista. Pero si bien esto es cierto, precisamente por la necesidad de resolver grandes problemas de producción de riqueza, es necesario emplear nuevos métodos, nuevos enfoques y nuevos principios, nuevas formas de vida que —estando de acuerdo en una nueva concepción del mundo socialista— posibiliten la participación de todos los individuos en la resolución de dichos problemas. No nos parece correcto el retrasar la revolución cultural de la sociedad hasta en tanto no se tenga un nivel de riqueza “aceptable”, sino que según las situaciones concretas se deben ir resolviendo los problemas de la producción con las medidas más adecuadas, sean de la vieja sociedad o no, pero siempre dejando sentadas las bases materiales y conceptuales para la realización de la revolución cultural que permita que el hombre se apropie de la ciencia y la tecnología para su beneficio.

Finalmente, es necesario precisar que nos circunscribimos al planteamiento marxista de que existe una regularidad en el desarrollo de la sociedad de la cual no se deduce la idea de un progreso lineal indefinido, eterno, sino que precisa-

mente la concepción materialista de la historia nos permite revisar el concepto de progreso actual, y señalar los aspectos destructivos del avance civilizador capitalista. No está de más advertir que la destrucción no tiene un carácter absoluto sino dialéctico, en donde al mismo tiempo que crece y se profundiza la producción, crece y se profundiza la destrucción pudiendo incluso llegar a dominar a la producción, debido a que las relaciones de producción capitalistas frenan y deforman las fuerzas productivas. Con respecto al conocimiento, la revolución científica técnica demuestra que en el capitalismo no podemos pensar en un freno absoluto, sino dialéctico.

De aquí entonces, como lo concibiera Rosa Luxemburgo, la gran marcha civilizadora del capital ha representado al mismo tiempo una gran destrucción, que aún puede ser mayor si no se lucha por la superación de las contradicciones del capitalismo, con la única forma de hacerlo para no caer en la barbarie: la construcción del socialismo.

Nuestra tarea debe ser, entonces, rechazar este unilateral desarrollo de las fuerzas productivas que contienen un alto nivel destructivo y buscar las otras “unilateralidades” que sean fuente de bienestar y ya no de males para la mayoría. Creemos que de lo discutido aquí podemos encontrar algunos elementos teóricos que sustenten la tarea de potenciar a las fuerzas productivas.

Hoy en día que se presenta un gigantesco desarrollo de la ciencia y tecnología, y un uso ideológico de éste, es más necesario elaborar los análisis que nos permitan desmistificar esta imagen e incidir en nuestro futuro con planteamientos alternativos.

Cambios en las relaciones de propiedad no son suficientes para construir el socialismo. Debe quedar claro que se trata de construir un hombre nuevo, concepciones del mundo alternativas, una sociedad nueva que implica no sólo cambios en las relaciones de propiedad.

Si no tenemos presentes estos aspectos y nos dejamos llevar por la ideología apologética del socialismo, no se podrá llegar al concepto de riqueza plena en donde se le despoja de su limitada forma burguesa. Aquella que es “la universalidad de las necesidades, capacidades, goces, fuerzas productivas, etc. de los individuos, creada en el intercambio universal”, aquella que representa

el desarrollo pleno del dominio humano sobre las fuerzas naturales, tanto sobre las de la así llamada naturaleza como sobre su propia naturaleza [...] la elaboración absoluta de sus disposiciones creadoras sin otro presupuesto que el desarrollo histórico previo, que convierte en objetivo a esta plenitud total del desarrollo, es decir al desarrollo de todas las fuerzas humanas en cuanto tales, no medidas con un patrón *preestablecido* [...] una elaboración como resultado de la cual el hombre no se reproduce en su carácter determinado sino que produce su plenitud. (Marx y Hobsbawn, 1992, p.84)

BIBLIOGRAFÍA MÍNIMA

- Bachelard, G., 1979. *La formación del espíritu científico*. Argentina: Siglo XXI.
- Braverman, H., 1975. *Trabajo y capital monopolista*. México: Editorial Nuestro Tiempo.
- Cañedo, L. y Estrada, L., 1976. *La ciencia en México*. México: FCE.
- Carpizo, J., 1986. *Fortaleza y debilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México*. México: UNAM.
- Cepeda Flores, F. J. (coord.-editor), 1983. *Revalorización social de la ciencia*. Memorias del Simposio Internacional de Ciencia y Sociedad 1979. México: Facultad de Ciencias, UNAM.
- Cepeda Flores, F. J., 2013. *Función social de la ciencia a través de la historia*. Saltillo: Universidad Autónoma de Coahuila.
- Cepeda Flores, I., 1980. *La fuerza social destructiva del capital en la teoría de la crisis*. Tesis de licenciatura en economía, Facultad de Economía, UNAM.
- Cepeda Flores, F., Cervantes Servín, J. y Cepeda Flores, I., 1979. El carácter destructivo del desarrollo de las fuerzas productivas. En Cepeda F., F. J. (ed.), 1983. *Revalorización social de la ciencia*. Memorias del Simposio Internacional de Ciencia y Sociedad. México: Facultad de Ciencias, UNAM. Ponencia al Simposio Internacional de Ciencia y Sociedad 1979.
- Chávez, F., de la Vega, A. y Nadal, A., 1974. Características del sistema científico y tecnológico en México. Sobre tiro de *Demografía y economía*, VIII, núm. 3, pp.269-306.
- Ciccotti, G. et al., 1976. *L' Ape e L' Architetto*. Milán: Feltrinelli.
- Cocho Gil, F., 2005. *Metapocatástasis de civilización*. México, D. F.: Centro de Estudios Filosóficos, Políticos y Sociales Vicente Lombardo Toledano.
- Conacyt, 1976. *Política Nacional de Ciencia y Tecnología: estrategia, lineamiento, y metas (versión preliminar para su discusión)*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Conacyt, 1980. *Programa Nacional de Ciencia y Tecnología 1978-1982*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- De Gortari, E., 1980. *La ciencia en la historia de México*. México: Grijalbo.
- Dedijer, S., 1968. *La política de la investigación científica y tecnológica: Fantasía y realidad*. México: Seminario de Problemas Científicos y Filosóficos, UNAM.
- Dickson, D., 1978. *Tecnología alternativa*. Madrid: Blume.
- Domínguez Martínez, R., Suárez Reynoso, G. y Zubieta García, J., 1998. *Cincuenta años de ciencia universitaria: una visión retrospectiva*. México: UNAM-Porrúa.
- Easlea, B., 1977. *La liberación social y los objetivos de la ciencia*. Madrid: Siglo XXI.
- Friedmann, G., 1977. *La crisis del progreso*. Barcelona: Ed. Laja.
- García Sancho, F. y Hernández, L., 1977. *Un diagnóstico de la educación superior y de la investigación científica y tecnológica en México*. México: SEP.
- Gil Mendieta, J. (coord.), 2003. *Forjadores de la ciencia en la UNAM*. México: Coordinación de la Investigación Científica, UNAM.
- Gorz, A., 1976. *Para una crítica de las fuerzas productivas*. Madrid: El Carabo Editorial.
- Gouldner, A. W., 1976. *La dialéctica de la ideología y la tecnología*. Madrid: Alianza Universidad.
- Horkheimer, M., 1976. *Apuntes 1950-1969*. Caracas: Monte Ávila Editores.
- Horkheimer, M., 2003. *Teoría crítica*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Lecourt, D., y otros, 1980. *Filosofía, ciencia y política*. México: Editorial Nueva Imagen.

- Leff, E., 1977. *Ciencia, técnica y sociedad*. México: ANUIES.
- Lévy Leblond, J. M. y Jaubert, A. (eds.), 1980. *(Auto)crítica de la ciencia*. México: Editorial Nueva Imagen.
- Márquez, M. T., 1982. *10 años del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología*. México: Conacyt.
- Marx, K., 1980. *Capital y tecnología. Manuscritos inéditos (1861-1863)*. México: Editorial Terra Nova.
- Marx, K., 1978. *Contribución a la crítica de la economía política*. México: Grijalbo.
- Marx, K., 1992. *El Capital*. Libro primero vol. 1, 2 y 3, libro tercero vol. 6 y 7, 4a. edición. México: Siglo XXI.
- Marx, K. y Engels, F., 1969. *Obras escogidas en dos tomos*. Moscú: Progreso.
- Marx, K. y Engels, F., 1975. *Cartas sobre las ciencias de la naturaleza y las matemáticas*. Barcelona: Anagrama.
- Marx, K. y Hobsbawm, E., 1992. *Formaciones económicas precapitalistas*. México: Siglo XXI.
- Nadal Egea, A., 1977. *Instrumentos de política científica y tecnológica en México*. México, D. F.: El Colegio de México
- Ordoñez, J., 2003. *Ciencia, tecnología e historia*. México: FCE.
- Padilla, H. (selección y prólogo), 1970. *El pensamiento científico. Antología*. México: ANUIES.
- Paredes López, O. y Estrada Orihuela, S. (Coordinadores editoriales), 2008. *Aportaciones científicas y humanísticas mexicanas en el siglo XX*. México: FCE, Conacyt, AMC y CCC.
- Pérez Tamayo, R., 2005. *Historia general de la ciencia en México en el siglo XX*. México: FCE.
- Programa de Ciencia y Sociedad, 1977. *La transformación de la universidad mexicana y el caso de la Facultad de Ciencias. Propositiones del Programa de Ciencia y Sociedad*. México: Facultad de Ciencias, UNAM.
- Ramírez, S. y otros, 1980. *Ciencia e ideología*. Grupo de filosofía de la Ciencia, Comunicaciones Internas, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Richta, R., 1977. *La civilización en la encrucijada*. México: Siglo XXI.
- Rodríguez Sala, M. A., 1970. *Las instituciones de investigación científica en México*. México: Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM-Instituto Nacional de la Investigación Científica.
- Rosenblueth, E., 1980. *Sobre ciencia e ideología*. México: Fundación Javier Barros Sierra.
- Servín Massieu, M., 1979. *La situación de la ciencia en América Latina y su relación con los problemas de la sociedad*. México: UAM-X.
- Silva, L., 1979. *Teoría práctica de la ideología*. México: Editorial Nuestro Tiempo.
- Wionczek, M., 1981. *Capital y tecnología en México y América Latina*. México: Miguel Ángel Porrúa.
- Zea, L., 1968. *El positivismo en México. Nacimiento, apogeo y decadencia*. México: FCE.

⊙ *Esta es una página en blanco.* ⊙

CIENCIA Y RELIGIÓN EN LA HISTORIA: EL COMPLICADO CASO DE LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN

Juan Manuel Rodríguez Caso*

INTRODUCCIÓN

El científico e historiador estadounidense John William Draper (1811-1882), escribía en 1875 en el prefacio de su libro *History of the Conflict between Religion and Science*: “The history of Science is not a mere record of isolated discoveries; it is a narrative of the conflict of two contending powers, the expansive force of the human intellect on one side, and the compression arising from traditionary faith and human interests on the other.” (Draper, 1875, p.vi), una idea que reflejaba la tensa relación que existía en su opinión entre la ciencia y la religión. Esta visión, denominada posteriormente como la “tesis del conflicto”, se convirtió con el paso del tiempo en la visión hegemónica dentro de la comunidad científica desde entonces.

Sin embargo, en años recientes encontramos una frase que nos da una idea diferente sobre las interacciones entre la ciencia y la religión: “...belief in God can be an entirely rational choice, and [...] the principles of faith are, in fact, complementary with the principles of science” (Collins, 2006, p.3). Es una afirmación que a primera vista podría haber sido dicha por algún clérigo o miembro de alguna comunidad religiosa, pero fue expresada por el genetista estadounidense Francis S. Collins (1950), protagonista de uno de los mayores avances científicos de los últimos cincuenta años, el Proyecto Genoma Humano (PGH). Collins es un evangélico profundamente comprometido con su fe, como se puede ver con la creación de la Fundación BioLogos, cuyo principal objetivo es promover el evolucionismo teísta como una alternativa de diálogo entre la ciencia y la religión, especialmente entre los evangélicos más conservadores.¹

Estos son solamente dos ejemplos de lo que podemos encontrar en la historia de la complicada relación entre ciencia y religión, pero no son los únicos. Como se mencionó antes, la “tesis del conflicto” es casi la visión hegemónica dentro de la comunidad científica, aunque esto hay que aclararlo: es una visión que se mantiene

* Investigador postdoctoral en el Instituto de Investigaciones Filosóficas, Universidad Nacional Autónoma de México. / carcharhinus.7@yahoo.com

¹ El principal medio de comunicación de la fundación es su sitio web, <http://biologos.org/>, que además de funcionar como un blog, tiene información sobre apoyos financieros que provee la fundación.

particularmente entre científicos occidentales, ya que en otras latitudes la percepción sobre el lugar de la ciencia en relación con otros espacios culturales, como la religión, es totalmente diferente, ya que se promueve una visión de diálogo y reconciliación.²

En este ensayo se analiza y se replantea la interpretación del conflicto, mediante ejemplos que muestran cómo a lo largo de la historia no ha habido sólo desencuentros entre la ciencia y la religión, sino que podemos encontrar otras opciones.³ El caso de la teoría de la evolución es y ha sido posiblemente el más polémico dentro de la relación entre ciencia y religión, una situación que se ha reforzado particularmente con un discurso historiográfico que mayoritariamente ha tomado el conflicto como la única explicación posible, y ha dejado de lado ejemplos que dan una visión mucho más amplia. Entonces, con la teoría de la evolución y su historia como principal eje, el trabajo se dividirá en tres secciones: primero, un breve repaso a la época victoriana, un periodo histórico descrito por los historiadores como eminentemente religioso, pero que al mismo tiempo fue cuando se dio un mayor avance para la idea de evolución, primero a partir del radicalismo londinense, hasta el planteamiento de Charles Darwin, pasando por la controvertida propuesta de *Vestiges* (1844). La segunda parte servirá para presentar uno de los temas más polémicos con respecto a la evolución, tanto por su continua negación de las evidencias científicas, sino también por sus conexiones con temas políticos y sociales. Finalmente, a partir de discusiones recientes y de ejemplos históricos, se plantea la posibilidad de una reconciliación entre la teoría de la evolución y la creencia religiosa.

La crítica historiográfica sirve de base para reflexionar sobre la relación que puede haber entre ciencia y religión al día de hoy, aunque con ello la intención de este trabajo no es dar una respuesta definitiva, ni mucho menos, a esta añeja disputa, sino solamente plantear alternativas que han resultado útiles para personajes de la historia de la biología, y que en ese sentido pueden servir para fomentar la pluralidad y la tolerancia en las acaloradas discusiones que involucran a la evolución y a la religión.

LA ÉPOCA VICTORIANA: ENTRE LA RELIGIÓN Y LA “SENSACIÓN”

Durante casi 64 años, la reina Victoria gobernó el Reino Unido, desde el 20 de junio de 1837, hasta su fallecimiento el 20 de enero de 1901. Fue un periodo caracterizado entre otras cosas por la estabilidad interna, la prosperidad económica y un profun-

² Los científicos que profesan el Islam, como se verá más adelante, buscan en todo momento hacer compatibles sus creencias con su labor científica. Lo mismo pasa con el hinduismo, en el que no existen interpretaciones literales que puedan ir en contra de propuestas como la evolución o la cosmología.

³ Aquí se retomará el planteamiento del físico estadounidense Ian Barbour (1923-2013), que planteó cuatro escenarios para la relación entre ciencia y religión (conflicto, independencia, diálogo, integración), y del filósofo sueco Mikael Stenmark (1962), que retoma lo dicho por Barbour en lo que denomina un modelo multidimensional, en donde renombra la integración como reconciliación, que a su vez puede ser fuerte o débil en función de la influencia que un espacio cultural pueda tener sobre el otro. Véase Stenmark en Harrison (2010).

do sentido nacionalista, pero sobre todo fue una etapa profundamente religiosa (Mitchell, 2009, pp.243-260). Esto no implica que hubiera una sola visión, ya que en la práctica existía gran diversidad de confesiones particularmente ligadas al cristianismo. La Iglesia Anglicana fue la más importante e influyente de todas, habida cuenta de ser la posición oficial de la Corona, con una influencia que iba más allá del púlpito, como era por ejemplo la educación, ya que en las universidades de Oxford y de Cambridge sólo eran aceptados creyentes anglicanos. En este sentido, la ciencia durante buena parte del siglo XIX estuvo ligada al marco teórico de la teología natural, que buscaba entender la obra de Dios mediante la investigación y el estudio de la naturaleza.⁴

Hablar de la teología natural era hablar de un modelo de integración en el que la ciencia buscaba dar respuestas que acercaran a los creyentes con Dios y su obra. Este modelo fue duramente criticado por la naciente comunidad científica británica,⁵ que buscaba establecer a la ciencia como la única visión mediante la cual explicar el mundo. Tal propuesta, fue llevada a la práctica por personajes como Thomas Huxley (1825-1895) y John Tyndall (1820-1893), que estaban motivados por profundas convicciones anti-religiosas, y es que su propuesta se centraba más en un conflicto que en una posible independencia, ya que la intención última era sustituir a la religión por la ciencia, a partir de la idea de que la religión, cualquiera que fuera, no aportaba nada al progreso de la sociedad, mientras que la ciencia era vista como el único recurso posible para lograr que la sociedad progresara (Gilley y Loades, 1981; Kim, 1996).

Esa independencia tuvo su mejor apoyo en la evolución, como el ejemplo que tomaron los partidarios de la nueva visión de la ciencia para justificar la necesidad de separar ambos espacios, a diferencia de lo sucedido tradicionalmente con la teología natural, ya que planteaban una explicación naturalista que no requería la intervención divina. Esa preocupación de Huxley tenía justificada razón, ya que como lo ha señalado Adrian Desmond, las discusiones sobre la evolución en Inglaterra durante las tres primeras décadas del siglo XIX estuvieron fuertemente influenciadas por la Revolución Francesa, con lo que se estableció una relación casi simbiótica entre las ideas de evolución y revolución (Desmond, 1989).

Las cosas cambiaron en 1844 con la publicación anónima de *Vestiges of the Natural History of the Creation*.⁶ Fue una obra que llevó la idea de evolución al público,

⁴ Se recalca este punto para diferenciarla de la teología revelada, o sea, conocer a Dios mediante la Biblia, los milagros o las profecías. Véase Topham en Harrison (2010, p.59).

⁵ Hay que hacer hincapié en que fue hasta 1833 cuando por primera vez se utilizó el término científico (*scientist*) para describir a quienes practicaban la ciencia. Fue el filósofo William Whewell (1794-1866) quien planteó la necesidad de un término para referirse a un filósofo natural que trabajaba de manera sistemática, en contraposición con aquellos que realizaban trabajo intuitivo o empírico. Véase Yeo (2003). Como lo señalan Frank Turner (1944-2010) y Bernard Lightman (1950), fue con la consolidación del naturalismo científico que surgió propiamente hablando la comunidad científica británica, ya que fue ese el sustento filosófico a partir del cual los naturalistas encontraron la base para su nueva visión, contrapuesta a lo establecido por la teología natural. Véase Turner (1974; 1978), Lightman (1997; 2007).

⁶ Fue hasta 1884, con la duodécima edición, que finalmente se supo quién era el autor. En el prefacio de esa edición, el periodista Alexander Ireland (1810-1894) reveló que el libro había sido escrito por el periodista y escritor escocés Robert Chambers (1802-1871). Como un detalle curioso, el libro fue

con gran éxito si se considera que tuvo doce ediciones a lo largo de la era victoriana, pero ese éxito no se dio entre los naturalistas, salvo contadas excepciones.⁷ Parte de ese rechazo de los naturalistas se dio por el hecho de que el libro era un amplio recuento de teorías e hipótesis sobre la evolución del universo, sin plantear un mecanismo específico que lo explicara. Pero una de las controversias más notorias surgió por las continuas alusiones del autor al papel del Creador dentro de una idea de evolución progresiva, aunque basado en un planteamiento francamente heterodoxo, que le ganó duras críticas de diversos grupos religiosos.⁸ Cuando el autor se refiere a la constitución mental de los animales menciona: “From the mandibles of insects to the hand of man, all is seen to be in the most harmonious relation to the things of the outward world, thus clearly proving that design presided in the creation of the whole—design again implying a designer, another word for a CREATOR” (Anonymous, 1844, p.324), las palabras anteriores dan cuenta de una clara postura deísta del autor.⁹

La propuesta de *Vestiges* recuperaba la idea de la evolución, apoyada fuertemente por los sectores radicales, pero buscaba presentarla de una manera atractiva para el público, y fue gracias a ese planteamiento que el libro se volvió una “sensación victoriana” (Secord, 2000). Dada la profunda religiosidad victoriana, un argumento que mezclaba la idea de evolución con un papel activo del Creador se convirtió casi inmediatamente en una explicación atractiva, ya que como se ha señalado, *Vestiges* fue presentado como un tratado de teología natural (Brooke, 1991, p.222), una situación que indudablemente ayudó a su difusión y aceptación general.¹⁰

Ahora bien, como se mencionó anteriormente, el empuje de los científicos por posicionarse encontró en la idea de evolución la respuesta, pero no en la idea de evolución progresiva deísta de *Vestiges*, sino en la propuesta de la selección natural de Darwin a partir de la publicación de *On the Origin of Species* en noviembre de 1859.¹¹ Fue a partir de ese momento que se acentuó la idea del conflicto entre am-

escrito por Chambers entre 1841 y 1844 en Saint Andrews, mientras se recuperaba de una enfermedad psiquiátrica. Véase el cap. 3 de Secord (2000).

⁷ La excepción más notable fue Alfred Russel Wallace, quien encontró en *Vestiges* la inspiración para convertirse en naturalista, y buscar una explicación a la transformación de las especies, en especial del ser humano. Véase McKinney (1969).

⁸ Secord (2000, pp.84-85) describe a Chambers como un deísta moderado, con opiniones religiosas muy controvertidas, a partir de su conversión del presbiterianismo al episcopalismo, aunque es cierto en que sus últimos años de vida fue abiertamente anticlerical.

⁹ El deísmo es la creencia en la existencia de un Ser Supremo como la fuente de la existencia finita, con el consiguiente rechazo de la revelación y de las doctrinas sobrenaturales del cristianismo. Por otro lado, el teísmo es la creencia en un único Dios como creador y soberano supremo del universo, apoyada en la revelación (Huysteen, 2003, p.206; p.880).

¹⁰ Topham ha señalado la importancia que tuvo la teología natural, y especialmente la publicación de los llamados Bridgewater Treatises en la popularización de la ciencia en Gran Bretaña a principios del siglo XIX. Véase Topham (1992) y Topham en Harrison (2010).

¹¹ Aquí se retoma el criterio más utilizado en la historiografía, para hablar de la teoría de Darwin, y no de la propuesta de Darwin y de Wallace. Esto no obedece a una falta de reconocimiento de la propuesta de Wallace, sino a que fue la versión sostenida por Darwin en su obra de 1859 la que fue tomada como base para las discusiones que resultarían en la tesis del conflicto entre ciencia y religión.

bos espacios, sostenido por posiciones radicales tanto de parte de científicos como de clérigos.

Uno de los ejemplos propagandísticos más utilizados a favor de ese conflicto fue la discusión entre Samuel Wilberforce, arzobispo anglicano de Oxford, y Thomas Huxley, sucedida el 30 de junio de 1860, como parte de las actividades de la trigésima reunión de la British Association for the Advancement of Science (BAAS) en Oxford. Pese a ser una historia que se ha retomado como un “claro ejemplo” del rompimiento entre la ciencia y la religión con la victoria contundente de la primera, hay diversas inconsistencias que llevan a pensar en su uso publicitario, antes de verlo como un hecho consumado. Los hechos de lo sucedido en esa discusión son vagos, ya que no hay relatos de la época que lo avalen, ni en los periódicos ni en los reportes oficiales de BAAS; se habla de una animada discusión, en la que ambos protagonistas tuvieron puntos a favor y en contra, pero sin que eso se haya significado una victoria para ningún bando (Lucas, 1979; Altholz, 1980; Gilley, 1981; Jensen, 1988; Ellegård, 1990, p.67-69). Ideas como la “victoria” de Huxley surgieron varios años después de sucedido el evento, con Leonard Huxley, hijo de Thomas, quien en la misma línea de lo hecho por Francis Darwin,¹² se encargó de crear una historia en la que su padre resultaba una especie de “héroe darwiniano” que “defendía la fe” en “la batalla” entre ciencia y religión. Se entiende esta intención si recordamos que con el paso de los años Huxley se convirtió en el mayor impulsor de la profesionalización de la ciencia, que desde su visión significaba una lucha contra la religión, para así sustituirla y sacar a la sociedad de la oscuridad.¹³

Fue la propuesta evolutiva de Darwin –y no Darwin mismo, quien de manera continua evitó involucrarse personalmente en estas discusiones, a pesar de mantener una postura deísta (Noguera, 2013, p.861)– la que contribuyó a profundizar la crisis que afrontaban las diferentes creencias ante el avance de la ciencia, pero lo que debe quedar claro es que no se llamaba explícitamente a un rechazo, sino a una resignificación de las doctrinas (Brooke, en Hodge y Radick, 2009, p.197). En foros científicos, como las reuniones anuales de BAAS, los sermones y eventos religiosos formaban parte de los programas oficiales, y los clérigos participaban activamente tanto en la organización como en las presentaciones, un hecho que ayuda a poner en duda la idea del conflicto en la época victoriana (Turner, 1974; Turner, 1978; Toal, 2012). Estrictamente hablando no se puede hablar únicamente de un enfrentamiento, sino que como lo señala Brooke, las interacciones entre ambos espacios son mucho más complejas que referirse únicamente a las visiones

¹² La versión de la autobiografía de Darwin, escrita por Francis en 1887, tiene numerosas omisiones con respecto al escrito original que había planeado inicialmente, en especial en temas considerados sensibles, como la religión. Fue Nora Barlow, nieta de Darwin, quien en 1958 escribiría una nueva versión de la autobiografía, ahora sin ningún tipo de omisión, situación que la misma Barlow señala en el prefacio del libro. Véase Darwin (1887) y Barlow (1958, pp.5-6).

¹³ Huxley fue posiblemente el protagonista más importante de la profesionalización de la ciencia británica en el siglo XIX, con un claro involucramiento en la institucionalización de disciplinas como la biología y la antropología, sin dejar de lado el ya mencionado interés en colocar a la ciencia en general como la visión del mundo dominante en la sociedad victoriana, a través de esfuerzos como el “Club X”. Sobre la biología, ver Teller (1941). Sobre el “Club X”, consultar Barton (1998). Sobre la antropología, véase Sera-Shriar (2013).

extremas, ya que hay posiciones intermedias igualmente válidas, que surgen de una relación dinámica entre la ciencia y la religión.

CREACIONISMO: CUANDO EL FUNDAMENTALISMO ES LA OPCIÓN

A pesar de consideraciones como el dinamismo en la relación ciencia-religión, en el caso de la teoría de la evolución han sido los extremos los que han dominado la discusión, particularmente con la irrupción del creacionismo en la década de 1920. Aquí, una aclaración sobre el término “creacionismo”: aunque ya se utilizaba en el siglo XIX, fue a partir del nacimiento del movimiento anti-evolucionista en Estados Unidos que se volvió de uso común. Una de las primeras referencias tanto al término como al pensamiento anti-evolucionista fue un libro de escasa circulación, *Back to Creationism*, publicado en 1929 por Harold Will Clark, una obra que planteaba una explicación alternativa a la teoría de la evolución, a partir de una lectura literal de la Biblia, en particular del Génesis (Numbers, en Harrison, 2010, pp.129-130).

A partir de ese momento, el creacionismo ganó fuerza como movimiento social, de manera paralela al avance del conservadurismo, especialmente en el sur de Estados Unidos, una región en la que se mantuvieron muchos de los valores de la Confederación, después de terminada la Guerra Civil en 1865 (Artigas, 1991, pp.140-141). Aunque se abolió la esclavitud en 1863, a partir del *Acta de Emancipación* proclamada por el presidente Abraham Lincoln (1809-1865), el racismo se mantuvo como parte de la visión de las comunidades blancas del sur del país. Las discusiones sobre el origen de las razas fueron comunes a ambos lados del Atlántico desde mediados del siglo XIX, y en este sentido, el discurso poligenista que proponía orígenes diferentes para las razas y que era abiertamente anti-evolucionista, encontró gran apoyo en esas comunidades (Desmond y Moore, 2009, pp.317-347). Además, esas comunidades fueron mayoritariamente protestantes, especialmente bautistas y evangélicos, grupos en los que se propugnaba por una interpretación personal de las Escrituras, a las que se les concedía un valor absoluto, por lo que realmente no había cabida para una interpretación que no fuera lo que decía literalmente la Biblia.

Esta visión, en la que se mezcló el racismo con el anti-evolucionismo, fue consolidando con el paso del tiempo el movimiento creacionista en Estados Unidos, a partir de una visión que privilegiaba el conservadurismo. Con el paso de los años, se acentuó la disputa entre estas posturas extremas, con dos campos de batalla particulares: los salones de clases y los juzgados.

Una de las razones fundamentales por las que la disputa evolucionismo-creacionismo está tan arraigada en la sociedad estadounidense, y por lo mismo recibe tanta atención mediática, tiene que ver con el funcionamiento del sistema público educativo. A diferencia de otros países en los que existe un sistema educativo centralizado, en los Estados Unidos existen cerca de 14 mil distritos escolares,¹⁴ en

¹⁴ Son instancias independientes a los gobiernos locales, que operan las escuelas públicas en todos los sentidos: contenidos que se deben enseñar, cuotas e impuestos, situaciones laborales, entre otros.

los que de manera independiente profesores, políticos y padres de familia toman la decisión sobre los contenidos de la enseñanza (Berkman y Plutzer, 2010, pp.147-173). Por esto, es posible que los estándares de ciencia considerados adecuados por la comunidad científica para su enseñanza no sean considerados los mejores por parte de los miembros de las juntas de gobierno de cada distrito, ya que a pesar del mandato constitucional de la Primera Enmienda sobre la separación entre Iglesia y Estado, la práctica siempre ha resultado mucho más compleja, y es que las visiones religiosas terminan por tener gran influencia en la enseñanza. Desde el memorable caso del juicio de Scopes en 1925 (Larson, 2006), han sido varios los casos que han buscado plantear la “necesidad” de una enseñanza “equilibrada”, al considerar siempre que ambas visiones buscan explicar los mismos hechos con diferentes “teorías”.¹⁵

Dadas las discrepancias resultantes entre ambas posturas, la búsqueda de espacios en las escuelas se ha topado con la Primera Enmienda, que explícitamente prohíbe la creación de cualquier ley que impida la libre práctica religiosa, la libertad de expresión y de prensa, entre otros puntos, por lo que ha sido necesario llegar a los juzgados para buscar dar claridad sobre lo que se tiene que enseñar en las clases de ciencia. Han sido varios los juicios que han recibido enorme publicidad (Arkansas en 1969, Tennessee en 1975, Arkansas en 1982, Luisiana en 1987, Kansas y Dover, Pensilvania en 2005, Texas en 2009), aunque es cierto que en todos los casos la decisión final de los jueces ha puesto de manifiesto que el creacionismo no alcanza estándares científicos de ningún tipo que pudieran permitir su enseñanza en cursos de ciencia.

Las explicaciones creacionistas irónicamente han “evolucionado” con el paso del tiempo: a principios del siglo XX la propuesta se centraba exclusivamente en afirmar la certeza de la lectura literal del Génesis; hacia mediados de ese siglo se planteó el llamado “creacionismo científico”, que busca encontrar evidencias físicas de eventos puntuales, como los restos de Adán y Eva, el arca de Noé o la torre de Babel; a principios de la década de 1990 surgió una nueva propuesta, el diseño inteligente, que a partir de ideas como la “complejidad irreductible”, afirman que la naturaleza es demasiado compleja como para explicarla como resultado de un proceso darwinista (esto es, en el entendido de un proceso lento, gradual y acumulativo), por lo que es necesaria una explicación alternativa, un diseñador inteligente.¹⁶

¹⁵ Una de las respuestas más originales contra el argumento de la enseñanza “equilibrada” fue propuesta por el físico Scott Henderson en el año 2005. En una carta abierta al Comité de Educación de Kansas, en la que se manifestaba en contra de la enseñanza del diseño inteligente en el estado, de manera sarcástica se declaraba seguidor de la denominada Iglesia del Monstruo Volador del Spaghetti y que tenía tanto derecho como los creacionistas a enseñar su versión en las escuelas. Aunque no fue tomado con gran seriedad, Scott Henderson logró un enorme éxito en internet, gracias a su sitio web <http://www.venganza.org>, al punto que para muchos es considerada una auténtica religión, pero en la práctica es cierto que se ha consolidado como uno de los argumentos más utilizados contra el diseño inteligente.

¹⁶ Entre los principales autores del movimiento del diseño inteligente están Phillip E. Johnson (1940), un abogado estadounidense considerado el padre del movimiento, el matemático y filósofo William A. Dembski (1960) y el bioquímico Michael J. Behe (1952). Una de las críticas frecuentes hacia los creacio-

Todas estas propuestas se han mantenido vigentes hasta nuestros días, pero es especialmente el diseño inteligente el que mayor fuerza y presencia tiene. Los intereses de los grupos que apoyan este movimiento no tienen sólo que ver con la enseñanza de la evolución, sino que abarcan un espectro amplio, que encaja en lo mencionado anteriormente, una visión conservadora. Instituciones como el *Discovery Institute* no sólo buscan rebatir la teoría de la evolución, sino que promueven una agenda social y política que incluye el rechazo al aborto y a la eutanasia, el control estricto de la migración, la negación de derechos a grupos homosexuales, todo esto con el apoyo de grupos políticos tradicionalmente conservadores, que sin lugar a dudas les ha ayudado a mantenerse vigentes.

Fue tal la importancia de las discusiones entre creacionistas y evolucionistas a lo largo del siglo XX en Estados Unidos, que Stephen J. Gould (1941-2002) afirmaba que el creacionismo era un problema exclusivo de Estados Unidos (Gould, 1999, pp.125-133), pero como lo ha señalado Ronald L. Numbers, son ya muchos los países en donde el creacionismo tiene cada vez más fuerza: Australia, Rusia, Turquía, Indonesia, Corea del Sur, Brasil, Rumania, entre otros (Numbers, 1993, pp.319-340; Blancke, Hjerimitslev y Kjærgaard, 2014), en buena medida por el avance reciente de políticas de corte conservador, un fermento muy similar al de los grupos estadounidenses. Al día de hoy uno de los casos más llamativos es el de Turquía, un país tradicionalmente laico en donde las posiciones islámicas fundamentalistas han ganado terreno, particularmente por la influencia del escritor Adnan Oktar (1956), mejor conocido por el seudónimo de Harun Yahya. Gracias a numerosos escritos en los que combina una versión islámica del creacionismo muy similar a la sostenida por los grupos más fundamentalistas de Estados Unidos, con profundas críticas al materialismo, al comunismo y al ateísmo, ha logrado que sus críticas a Darwin y a la evolución tengan gran éxito no sólo en Turquía sino en otros países en donde se profesa el Islam. Pero dentro del mundo musulmán hay visiones muy críticas con esta postura, como el astrofísico argelino Nidhal Guessoum (1960) y el astrónomo estadounidense Salman Hameed, quienes a través de diferentes medios insisten en que no hay un conflicto necesario entre la evolución y las creencias, sino que se puede ser un científico y mantener una visión religiosa, a partir de ejemplos como Avicena (980-1037) y Averroes (1126-1198) (Guessoum, 2010).

En todos los casos, el creacionismo tradicional es un ejemplo claro de la “tesis del conflicto”, sostenida no sólo por los científicos sino por los religiosos, en los que como ya se mencionaba los extremos son los que gobiernan la discusión, en una disputa sin fin que no es otra cosa que un diálogo de sordos. Esa ausencia de diálogo, sustentada en todos los casos en ideologías fundamentalistas, deja ver los peligros de la falta de pluralidad, pero también de la ausencia de una capacidad de autocrítica.

nistas ha sido su falta de preparación científica y filosófica, pero a partir de ejemplos como estos, es notoria la incorporación de gente con preparación universitaria que apoyan al movimiento.

¿EXISTE LA POSIBILIDAD DE UNA RECONCILIACIÓN
ENTRE LA EVOLUCIÓN Y LA CREENCIA?

Ahora bien, a partir de lo anterior, se puede ver que la “tesis del conflicto” es la principal forma de entender la relación entre la evolución y la creencia, bien será por compromisos ideológicos (conscientes o inconscientes) o por análisis historiográficos sesgados, que redundan finalmente en una búsqueda de poder mediante la posesión de la “verdad”.

Pero si ampliamos nuestra visión en un sentido histórico, vamos a encontrar ejemplos importantes que van más allá de la existencia de un conflicto necesario entre ciencia y religión. En un sentido amplio, mucho depende de cómo se quiera interpretar la historia para llegar a la idea de un conflicto permanente: ideas como que la Iglesia Católica fue la culpable por la que no hubo crecimiento de la ciencia en la Edad Media, o la afirmación de que Galileo Galilei fue encarcelado y torturado por sus ideas al ir en contra de la doctrina de la Iglesia, han sido reinterpretadas a partir de análisis históricos más amplios que buscan respetar el contexto y que no han partido de considerar un conflicto necesario, sino que se abren a otras posibilidades (Numbers, 2009, pp.19-27; pp. 66-78).

Aquí, podemos retomar casos de evolucionistas que ejemplifican las posibles relaciones establecidas por Barbour y Stenmark, además del conflicto. El ya mencionado caso de Gould, cuya propuesta de los NOMA (*Non-Overlapping Magisteria*, o magisterios que no se sobreponen) se refiere a la independencia que desde su visión debe existir entre ciencia y religión, en virtud de que son propuestas con objetivos y metodologías diferentes, por lo que en el mejor de los casos, pueden funcionar de manera paralela sin interferir una con otra (Gould, 1999, pp.47-96). De manera un tanto irónica, el término “magisterio” se inspiró en la encíclica *Humani Generis* (12 de agosto de 1950) del Papa Pío XII, a partir de lo cual Gould lo definió como: “a domain where one form of teaching holds the appropriate tools for meaningful discourse and resolution” (Gould, 1997, p.5).

Edward O. Wilson (1929) es representante de la visión de la sustitución, ya que para él la ciencia, sustentada en una visión darwinista, terminará por sustituir a la religión tarde o temprano.¹⁷ En su opinión, ambos espacios no están sólo en conflicto sino que tiene que existir el dominio de una sobre otra, ya que se sobreponen en objetivos, y dado que la ciencia es un espacio cultural mucho más adecuado para explicar el mundo, la desaparición de la religión es inevitable. A partir de la sociobiología, Wilson reafirmó la idea que desde el siglo XIX surgió, sobre que los valores morales pueden explicarse desde la evolución, en el entendido de una visión gradual en la que el origen de los principios morales se encontraría en los instintos animales, a partir siempre de la ventaja adquirida por comportamientos como el altruismo. Con base en esto, Wilson ha propuesto que la articulación de códigos morales deben de estar alejados de cualquier ideología religiosa, mediante

¹⁷ La idea de la sustitución tuvo sus primeros antecedentes con los filósofos franceses Jean-Jacques Rousseau (1712-1778) y Auguste Comte (1798-1857). Ambos autores hablaron de la importancia de crear religiones “oficiales” que favorecieran la consolidación de las naciones y la moralidad de los pueblos.

tres valores: la supervivencia a largo plazo del pool génico humano, la diversidad de ese pool, y derechos humanos universales (Brooke, 1991, pp.344-346).

Una de las opciones con menor reconocimiento entre muchos científicos y a su vez con mayor respuesta entre los religiosos es la integración. Al principio de este escrito se mencionó el caso de Francis Collins, quien desde su posición como director del Proyecto Genoma Humano ha insistido constantemente en la posibilidad de que un científico pueda integrar sus creencias a sus prácticas, sin ningún tipo de conflicto. Esta visión al día de hoy tiene gran aceptación entre los evangélicos liberales en Estados Unidos, quienes a su vez se han tomado muy en serio la tarea de convencer a los más conservadores de que existe una opción adecuada para aceptar la evolución sin entrar en conflicto con sus creencias: la creación evolutiva.

Otros ejemplos de esta postura han sido personajes como el paleoantropólogo y sacerdote jesuita francés Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955), quien a mediados del siglo XX planteó una controvertida propuesta, tanto para científicos como para religiosos, en la que planteaba una fusión entre la teoría evolutiva con el cristianismo. Esa propuesta fue condensada en *Le phénomène humain* (1955), en donde partía de su experiencia en la paleoantropología, una disciplina en la que era ampliamente reconocido, sobre todo por sus aportaciones a la comprensión de los ambientes geológicos en los que fueron descubiertos restos de lo que se conocería como el "hombre de Pekín", entre 1929 y 1937. La idea para Teilhard era que a la evolución humana, al considerar las evidencias de antropología física con las que se contaban, se le podría reconstruir en etapas clave (Cosmogénesis, Biogénesis, Homogénesis) no sólo del pasado sino que se podía extrapolar hacia el futuro, en una clara idea de un proceso evolutivo progresivo y con un fin determinado. Para mayor controversia, ese proceso evolutivo tenía un sentido inspirado en la historia del catolicismo, ya que al final del proceso se encontraría Jesucristo, una etapa que denominaría "Cristogénesis" (Rodríguez Caso, 2004, pp.33-49).

Pese a la discusión que generó Teilhard, su pensamiento logró influir a uno de los evolucionistas más destacados del siglo XX, el genetista estadounidense de origen ucraniano Theodosius Dobzhansky (1900-1975). Este ejemplo es de gran utilidad para notar el sesgo en el que con frecuencia caen historiadores y científicos, que es sólo destacar los "aspectos científicos" del trabajo de Dobzhansky, como si eso significara que su cosmovisión, sus creencias o su cultura no tienen mayor influencia en su labor como científico.

La principal aportación de Dobzhansky a la biología del siglo XX fueron sus trabajos sobre genética, en especial al destacar la importancia de la variación en el proceso evolutivo, a su vez un interés que Dobzhansky extendió con el paso de los años a la evolución humana y a su particular lucha contra el racismo. El punto importante aquí es que su búsqueda de igualdad entre las diferentes razas humanas estaba sustentada en un profundo compromiso con la propuesta teilhardiana, como se puede ver en obras como *Mankind Evolving* (1962) y *The Biology of Ultimate Concern* (1967). Esta situación se entiende mejor a partir de la consideración de que Dobzhansky fue educado como cristiano ortodoxo y durante toda su vida así se identificó en todo momento. Por ello, la visión de Teilhard resumía para él la

relación más apropiada entre ciencia y religión, un diálogo que resultaba en una síntesis.¹⁸

Son varias las opciones que puede uno encontrar cuando se reconstruye la historia desde una visión más amplia, en la que se procure evitar caer en los extremos. La reconciliación es una opción que a nivel individual ha resultado aceptable, pero no significa necesariamente que cualquier científico pueda llevarla a cabo; y, al mismo tiempo, es una puerta abierta que no lleva implícita la idea de conflicto, una situación propia de la falta de diálogo y de un sesgo ideológico.

CONCLUSIONES

A partir de ejemplos como los anteriores, se puede notar que el sesgo historiográfico dentro del discurso de muchos científicos e historiadores ha privilegiado sólo una versión de la historia. Es claro, eso sí, que con esto no se quiere plantear que toda la historia de la ciencia ha sido malinterpretada, sino que es necesaria una visión plural para poder aproximarse a estas discusiones, de tal manera que antes que plantear posturas absolutistas se pueda llegar a consensos amplios e inclusivos.

La relación entre ciencia y religión ejemplificada a partir de la historia de la teoría evolutiva se ha interpretado como un eterno conflicto, en la que la religión ha jugado invariablemente el papel de villana, como el caso de Wilberforce y Huxley. Es inevitable ver aquí que cualquier interpretación histórica está sesgada por intereses ideológicos que resaltan muchas veces sólo una parte de la historia, o en el mejor de los casos se hace una interpretación a modo, como puede ser el caso de Wilson.

Es claro que estas discusiones suelen estar llevadas más con pasión que con argumentos. Es cierto que posiciones como la de Gould puede resultar de utilidad y en el mejor de los casos permitir que no haya un conflicto, pero no termina por verse como una posición que otorgue una solución cuando sobreviene el diálogo entre ambas posturas.

Sin ser una solución definitiva, ejemplos como Teilhard de Chardin y Dobzhansky proporcionan una posibilidad en la que los individuos que se dedican

¹⁸ Vale la pena hacer notar un punto irónico para aquellos que defienden la "tesis del conflicto". Si hay una frase que representa el pensamiento evolutivo moderno es "Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution", y aunque tiene mucho de cierto, poco dice sobre las motivaciones de Dobzhansky o el contexto en el que mencionó esa frase. La primera referencia data de 1964, en un discurso que buscaba resaltar la importancia de los avances de la biología molecular. Pero fue en 1973, en un artículo que llevaba por título la misma frase, en el que Dobzhansky hace una dura defensa de la enseñanza de la evolución en contra del avance del creacionismo. Y ahí hay dos puntos que resaltar de su defensa, a partir de la afirmación de que ciencia y religión son dos temas que pueden convivir de manera armoniosa: primero, una frase en la que establece categóricamente: "I am a creationist and an evolutionist. Evolution is God's, or Nature's, method of Creation. Creation is not an event that happened in 4004 B.C.; it is a process that began some 10 billion years ago and is still under way". Y al final del artículo, en el que retoma a Teilhard de Chardin para reafirmar la importancia de la evolución a partir de la propia propuesta teilhardiana, ya que éste "understood that the Creation is realized in this world by means of evolution". Véase Dobzhansky (1964, p.449) y Dobzhansky (1973, p.127; p. 129).

a la ciencia y profesan alguna creencia religiosa pueden llegar a una reconciliación, aunque hay que recalcar esto como una opción individual. Los modelos de Barbour y Stenmark no enfatizan necesariamente el valor de las decisiones individuales, sino que lo plantean en términos sociales. Es claro, sin embargo, que los individuos son lo suficientemente diferentes como para priorizar sus creencias y su conocimiento científico de manera totalmente diferente, lo que genera que personas incluso con formaciones o creencias similares puedan diferir sobre la importancia que puede tener la ciencia o la religión en sus vidas (Reiss, 2005).

Las visiones extremistas, no sólo desde la religión sino también desde la ciencia, poco contribuyen a la búsqueda de soluciones, por lo que se vuelve imperativa una actitud diferente entre los participantes en estas discusiones, sobre todo a partir de un reconocimiento de los alcances de cada postura desde una visión dinámica, en el que las opciones se amplían antes que reducirse. La historia es mucho más útil cuando se ve de manera amplia, al no caer en prejuicios o visiones arcaicas, propias tanto de científicos como de religiosos, en las que la carencia de información y tolerancia es el común denominador. No hay una solución definitiva para las discusiones entre ciencia y religión, pero lo que sí hay son opciones y una necesidad cada vez mayor de un diálogo inteligente e informado.

POST SCRIPTUM

Un breve comentario sobre el caso de México: al día de hoy no hay estudios que den una idea real sobre la relación entre ciencia y religión en un sentido amplio, aunque son varias las encuestas que muestran que la población en general es mucho más cercana a la religión (católica en su mayoría, y con un número creciente de agrupaciones cristianas protestantes) que a la ciencia, que incluso puede tener una percepción negativa. Dentro de la academia, la visión mayoritaria es que existe un conflicto necesario e incluso que la religión es algo inútil, por lo que el grado de intolerancia y falta de diálogo es elevado. La posibilidad de reconciliación, o de cualquier otra de las posibilidades planteadas por Barbour y Stenmark, salvo el conflicto, pasa primero por análisis que reflejen la situación entre ambos espacios en el país, tanto hoy en día como en la historia, para posteriormente poder entablar un diálogo, social o individual. El mayor reto está en lograr que la comunidad científica de México logre superar el cientificismo, para así poder entablar un auténtico diálogo con la sociedad y sus diversos espacios culturales, incluida la religión.

BIBLIOGRAFÍA

- Anonymous [Chambers, R.], 1844. *Vestiges of the Natural History of Creation*. John Churchill.
- Altholz, J. L., 1980. The Huxley-Wilberforce Debate Revisited. *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, xxxv, pp.313–316.
- Artigas, M., 1991. *Las fronteras del evolucionismo*. 5a edición. Madrid: Palabra.
- Barlow, N. (ed.), 1958. *The autobiography of Charles Darwin 1809-1882. With the original omissions restored. Edited and with appendix and notes by his grand-daughter Nora Barlow*. Londres: Collins.
- Barton, R., 1998. Huxley, Lubbock, and Half a Dozen Others: Professionals and Gentlemen in the Formation of the X Club, 1851-1864. *Isis*, 89, pp.410–444.
- Berkman, M. y Plutzer, E., 2010. *Evolution, Creationism, and the Battle to Control America's Classrooms*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Blancke, S., Hjermitsev, H. H. y Kjærgaard, P. C., 2014. *Creationism in Europe*. JHU Press.
- Brooke, J. H., 1991. *Science and Religion: Some Historical Perspectives*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Chardin, P. T. de, 1955. *Le phénomène humain*. París: Editions du Seuil.
- Collins, F. S., 2006. *The Language of God: A Scientist Presents Evidence for Belief*. Simon and Schuster.
- Darwin, C., 1859. *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. Londres: John Murray.
- Darwin, F. (ed.), 1887. *The life and letters of Charles Darwin, including an autobiographical chapter*. Londres: John Murray, 3 vols.
- Desmond, A., 1989. *The Politics of Evolution: Morphology, Medicine, and Reform in Radical London*. University of Chicago Press.
- Desmond, A. y Moore, J., 2009. *Darwin's Sacred Cause: Race, Slavery and the Quest for Human Origins*. Allen Lane.
- Dobzhansky, T., 1962. *Mankind Evolving: The Evolution of the Human Species*. Yale University Press.
- Dobzhansky, T., 1964. Biology, Molecular and Organismic. *Integrative and Comparative Biology*, 4, pp.443–452.
- Dobzhansky, T., 1967. *The Biology of Ultimate Concern*. New American Library.
- Dobzhansky, T., 1973. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *The American Biology Teacher* 35, pp.125–129.
- Draper, J. W., 1875. *History of the conflict between religion and science*. D. Appleton and Company.
- Ellegård, A., 1990. *Darwin and the General Reader: The Reception of Darwin's theory of Evolution in the British Periodical Press, 1859-1872*. University of Chicago Press.
- Gilley, S. y Loades, A., 1981. Thomas Henry Huxley: The War between Science and Religion. *The Journal of Religion* 61, pp.285–308.
- Gilley, S., 1981. The Huxley-Wilberforce debate: A Reconstruction. *Studies in Church History* 17, pp.325–340.
- Gould, S. J., 1999. *Rocks of Ages: Science and Religion in the Fullness of Life*. Random House LLC.
- Guessoum, N., 2010. *Islam's Quantum Question: Reconciling Muslim Tradition and Modern Science*. I. B.Tauris.

- Harrison, P. (ed.), 2010. *The Cambridge Companion to Science and Religion*. Cambridge University Press.
- Hodge, M. J. S. y Radick, G. (eds.), 2009. *The Cambridge Companion to Darwin*, 2a. ed. Cambridge University Press.
- Huyssteen, W. V., 2003. *Encyclopedia of Science and Religion*. Macmillan Reference.
- Jensen, V., 1988. Return to the Wilberforce–Huxley Debate. *The British Journal for the History of Science* 21, pp.161–179.
- Kim, S. S., 1996. *John Tyndall's transcendental materialism and the conflict between religion and science in Victorian England*. Mellen University Press.
- Larson, E. J., 2006. *Summer for the gods: the Scopes trial and America's continuing debate over science and religion*. Basic Books.
- Lightman, B. V. (ed.), 1997. *Victorian Science in Context*. University of Chicago Press.
- Lightman, B. V., 2007. *Victorian Popularizers of Science: Designing Nature for New Audiences*. University of Chicago Press.
- Lucas, J. R., 1979. Wilberforce and Huxley: A Legendary Encounter. *The Historical Journal* 22, 313–330.
- McKinney, H. L., 1969. Wallace's Earliest Observations on Evolution: 28 December 1845. *Isis* 60, pp.370–373.
- Mitchell, S., 2009. *Daily life in Victorian England*. Greenwood Press.
- Noguera-Solano, R., 2013. The Metaphor of the Architect in Darwin: Chance and Free Will. *Zygon*, 48 (4), pp.859–874.
- Numbers, R. L., 1993. *The creationists*. University of California Press.
- Numbers, R. L., 2009. *Galileo goes to jail: and other myths about science and religion*. Harvard University Press.
- Reiss, S., 2005. Human Individuality and the Gap between Science and Religion. *Zygon* 40, pp.131–142.
- Rodríguez Caso, J. M., 2004. *Las ideas de Teilhard de Chardin: la fenomenología de la evolución como un progreso trascendente*. Tesis de licenciatura en biología, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Secord, J. A., 2000. *Victorian Sensation: The Extraordinary Publication, Reception, and Secret Authorship of Vestiges of the Natural History of Creation*. University of Chicago Press.
- Sera-Shriar, E., 2013. Observing Human Difference: James Hunt, Thomas Huxley and Competing Disciplinary Strategies in the 1860s. *Annals of Science* 70, pp.461–491.
- Teller, J. D., 1941. Thomas Henry Huxley as a Biologist. *The American Biology Teacher* 3, pp.274–276.
- Toal, C., 2012. Preaching at the British Association for the Advancement of Science: sermons, secularization and the rhetoric of conflict in the 1870s. *The British Journal for the History of Science* 45, pp.75–95.
- Topham, J., 1992. Science and Popular Education in the 1830s: The Role of the 'Bridgewater Treatises'. *The British Journal for the History of Science* 25, pp.397–430.
- Turner, F. M., 1974. *Between Science and Religion: The Reaction to Scientific naturalism in Late Victorian England*. Yale University Press.
- Turner, F. M., 1978. The Victorian conflict between science and religion: a professional dimension. *Isis* 69, pp.356–376.
- Yeo, R. R., 2003. *Defining Science: William Whewell, Natural Knowledge and Public Debate in Early Victorian Britain*. Cambridge University Press.

EL FETICHISMO EN LA BIOLOGÍA REDUCCIONISTA CONTEMPORÁNEA: UNA CRÍTICA DESDE EL MARXISMO Y LA DIALÉCTICA

Julio Muñoz Rubio*

*La mejor defensa de una ciencia bajo ataques reaccionarios
es insistir en una ciencia para el pueblo*

Richard Levins

MARX Y EL FETICHISMO DE LA MERCANCÍA

Uno de los conceptos más importantes presentes en los estudios económico-filosóficos de Marx, es el de *fetichismo*. Este concepto ocupa uno de los vértices de un triángulo en el que los conceptos de *ideología* y de *enajenación* ocupan los otros dos. Juntos todos ellos son la base de la explicación de las falsas visiones del mundo propias de las sociedades de clases, en especial del capitalismo.

Marx utilizó, como sabemos, el concepto de fetichismo, para analizar la manera en que la producción de mercancías distorsiona la imagen que se tiene del mundo: la mercancía posee una aparentemente misteriosa propiedad mediante la cual los intercambios del mercado parecen producirse en ausencia de toda relación, como si las mercancías por sí solas llevaran a cabo su función. De esta manera, las mercancías ocultan las relaciones sociales que se encuentran en realidad, en el fondo de su existencia y que explican a su vez la realidad del mundo mercantil.

Marx expresa:

Lo misterioso de la forma mercantil consiste sencillamente, pues, en que la misma refleja ante los hombres el carácter social de su propio trabajo como caracteres objetivos inherentes a los productos del trabajo, y como propiedades sociales naturales de dichas cosas, y, por ende, en que también refleja la relación social que media entre los productores y el trabajo global, como una relación social entre los objetos, existente al margen de los productores. (Marx, 1988 [1867], p.88)

* Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México. / juliomunozr2000@yahoo.es

Lo que aquí adopta, para los hombres, la forma fantasmagórica de una relación entre cosas, es sólo la relación social determinada existente entre aquéllos. De ahí que para hallar una analogía pertinente debamos buscar amparo en las neblinosas comarcas del mundo religioso. En éste los productos de la mente humana parecen figuras autónomas, dotadas de vida propia [...] Otro tanto ocurre en el mundo de las mercancías con los productos de la mano humana. A esto llamo el fetichismo que se adhiere a los productos del trabajo no bien se los produce como mercancías [...] (Marx, 1988 [1867], p.89)

A éstos [los productores], por ende, las relaciones sociales entre sus trabajos privados se les *ponen de manifiesto* como lo que son, vale decir, no como relaciones directamente sociales trabadas entre las personas mismas, en sus trabajos, sino por el contrario, como *relaciones propias de cosas* entre las personas y relaciones sociales entre las cosas (Marx, 1988 [1867], p.89)

En los *Grundrisse* añade:

El tosco materialismo de los economistas, que les hace considerar tanto las relaciones sociales de la producción humana como las determinaciones que las cosas reciben en cuanto subsumidas bajo estas relaciones, como si fueran *propiedades naturales* de las cosas, es un idealismo igualmente grosero, un fetichismo, sí, que atribuye a las cosas relaciones sociales como determinaciones inmanentes a ellas, y de esta suerte las mistifica. (Marx, 1987 [1857-1858], p.211)

La importancia que Marx le confiere a esta propiedad de las mercancías está dada por el hecho de que por definición, toda producción emergida de una relación capitalista, es una producción de valor de cambio. De esta manera, las relaciones humanas todas, al estar permanentemente mediadas por el cambio, al tener el trabajo una forma generalizadamente abstracta, producirá una distorsión permanente en la mente de los seres humanos. Otras formaciones económicas previas al capitalismo, si bien desarrollan también formas de fetichismo al no tener al valor de cambio como la forma dominante y generalizada de la producción, al ser predominantemente valores de uso, no llevan a producir esta distorsión específica, esta ilusión en la percepción del mundo y, por ende, de las relaciones sociales.

El concepto de fetichismo, desgraciadamente, no siempre ha sido percibido ni aprovechado en toda su dimensión. Como lo señala Isaac I. Rubin, ha sido considerado como un complemento de la teoría marxiana del valor, como algo añadido o incluso como una mera "digresión literario-cultural que acompaña al texto básico de Marx" (Rubin, 1974, p.53). Para Rubin, sin embargo la teoría del fetichismo es la base de la teoría marxiana del valor (Rubin, 1974). En el presente trabajo tenemos una coincidencia con la idea de Rubin y vamos más allá, sosteniendo que el proceso señalado por Marx, y el método utilizado, nos permiten comprender de raíz numerosos problemas sociales y del análisis de la realidad. En tanto proceso sociopsicológico de distorsión de la realidad, se empata con los conceptos marxianos de *enajenación* y de *ideología*, para –como lo señalamos líneas arriba– dar cuenta del mundo de falsas conciencias que produce la sociedad capitalista y las sociedades de clases en general. No es sólo la base de la teoría marxiana del valor, sino que es la base del análisis que Marx lleva a cabo sobre la deshumanización de los sujetos

producida en el mundo de las relaciones capitalistas. Indica el fondo, la raíz de lo que debe desaparecer para lograr un reencuentro del ser humano consigo mismo.

En *El Capital* y en los *Grundrisse* Marx se ocupa de la fetichización que produce la mercancía, pero como él mismo lo sugiere cuando hace la analogía con el mundo de la religión, existen numerosas formas de fetichización que siguen la misma dinámica distorsionadora existente en el caso del mundo mercantil. Podemos hablar de la fetichización del Estado, la de las ideas abstractas, la de las organizaciones, políticas (como partidos o sindicatos) o sociales (asociaciones civiles, comunidades científicas o intelectuales, etc.), la de la sexualidad, la de la autoridad, y claro, la fetichización religiosa. En todos estos casos se trata de construcciones humanas, de productos de las relaciones sociales que se desprenden de éstas y cobran una existencia aparentemente propia y dominan las relaciones humanas como si se situaran por y desde fuera de los mismos humanos y sus relaciones y cultura. En todos estos casos parece que las categorías mencionadas se explican por sí mismas y son realidades imprescindibles e inevitables, fatalidades en el mundo; categorías, instituciones y entes carentes de historia, de un devenir, y por lo tanto de un futuro, pues su existencia es eterna.

La fetichización genera la ilusión de que los entes fetichizados son capaces de autoproducirse. Al ser capaces de prescindir de toda relación, la única explicación que se postula para su existencia es la de esos entes mismos. Según la distorsión del fetichismo, la mercancía, el Estado, las deidades sagradas, las ideas abstractas, etc., son capaces de producirse a sí mismas, sin necesidad de ningún factor o elemento "externo" que impulse o estimule su existencia.

De ahí, de esta aparente autosuficiencia deviene su halo de misterio y de mistificación, que produce una adoración sin límites y la postración del individuo frente a su ilimitado poder. En este sentido, la fetichización es la negación de todo devenir, de todo movimiento, de toda historia.

Marx mismo, al describir el proceso del crédito y del interés, se encarga de mostrarnos cómo la mercancía, en su forma dinero, llega a alcanzar ese grado máximo de fetichización y de mistificación cuando parece que se produce a sí mismo:

En el capital que devenga interés, la relación de capital alcanza su forma más enajenada y fetichista. Tenemos aquí $D-D'$, dinero que genera más dinero, valor que se valoriza a sí mismo, sin el proceso que media ambos extremos. (Marx, 1985, p.499)

$D-D'$: aquí tenemos el punto de partida originario del capital, el dinero en la fórmula $D-M-D'$ reducido a sus dos extremos $D-D'$, siendo $D' = D + \Delta D$, dinero que crea más dinero. Es la forma originaria y general del capital, reducida a un compendio carente de sentido [...] El capital aparece como la fuente misteriosa y autogeneradora del interés, de su propia multiplicación. La *cosa* (dinero, mercancía, valor) ya es capital como mera cosa; y el capital se manifiesta como mera cosa; el resultado del proceso total de reproducción aparece como un atributo que recae de por sí en una cosa; depende del poseedor del dinero, es decir de la mercancía en su forma siempre intercambiable, el que quiera gastarlo como dinero o alquilarlo como capital [...] La relación social se halla consumada como relación de una cosa, del dinero, consigo misma. (Marx, 1985, p.500)

Aquí queda consumada la figura fetichista del capital y la idea del fetiche capitalista. En D-D' tenemos la forma no conceptual del capital, la inversión y cosificación de las relaciones de producción en la potencia suprema: la figura que devenga interés, la figura simple del capital, en la cual el capital está presupuesto a su propio proceso de reproducción; capacidad del dinero, o en su caso de la mercancía, de valorizar su propio valor, independientemente de la reproducción; la mistificación del capital en su forma más estridente.

Para la economía vulgar, que pretende presentar al capital como fuente autónoma del valor, de la creación de valor, esta forma le viene a pedir de boca: una forma en la cual la fuente de la ganancia ya no resulta reconocible, y en la cual el resultado del proceso capitalista de producción –separado del propio proceso– adquiere una existencia autónoma. (Marx, 1985, p.501)

Podemos constatar que ni las entidades ni los procesos del mundo natural escapan al largo brazo del enigmático mundo de la autoproducción y la autosuficiencia.

BIOLOGÍA, ÁCIDOS NUCLEICOS Y LA FETICHIZACIÓN DEL MUNDO

René Descartes fue uno de los filósofos que, consecuente con su concepción reduccionista ontológica, expresó que en última instancia existen propiedades de la materia que son auto-explicables y que se afirman a sí mismas y en sí mismas, con lo cual afirma que en el mundo natural se presentan, por virtud de la naturaleza misma, los procesos de autosuficiencia que dan lugar al fetichismo, aunque desde luego, Descartes no tiene conciencia de esto último. Él manifiesta:

Así pues, sólo existe una materia en todo el universo y la conocemos en virtud de que es extensa; todas las propiedades que apercibimos distintamente en ella se reducen a que es divisible. (Descartes, 1995 [1647]; aforismo 23)

Cuando concebimos la sustancia, solamente concebimos una cosa que existe en forma tal que no tiene necesidad sino de sí misma para existir. (Descartes, 1995 [1647]; aforismo 51)

Se trata aquí de una búsqueda incesante de procesos que, inconscientemente desde luego, puedan ser fetichizados, a fin de mostrar que se trata no de construcciones humanas sino de naturalidades, de entidades y procesos puestos por la naturaleza, al margen de cualquier juicio o valoración. Las explicaciones de los procesos biológico, químico o físico deben concordar con las concepciones que del mundo se tienen a partir de una ideología burguesa, deben cumplir con la característica de su autoproducción por fuera de las relaciones, de manera que las oculten o distorsionen. La actividad de los sujetos no puede alterar esos comportamientos, esas realidades que se explican a sí mismas. Si lo que ocurre es que la mercancía, el Estado, las deidades religiosas, las ideas o las conductas no tienen necesidad más que de sí mismas para explicarse, se infiere que todas son el resultado de un comportamiento general del mundo natural, un comportamiento en el que las esencias de las entidades que lo producen, determinan la composición y la dirección de todo lo existente, lo cual es, en el fondo, inalterable por virtud de la forma de existir de estas entidades.

La biología no escapa a estas formas y concepciones del mundo propias de la filosofía burguesa. Los fetichismos y fetichizaciones que han permeado sus teorías han estado presentes desde el siglo XVIII con las teorías de la preformación y la teoría celular, y más tarde con la aparición de la teoría darwiniana de la evolución, y de su contemporánea, la genética mendeliana. En particular, estas dos últimas teorías han logrado explicar el enigmático y, para muchos, fascinante proceso de la herencia, pero lo han hecho de modo incompleto y parcial, en buena parte guiadas por una concepción fetichizada del mundo vivo. La constante en el desarrollo de las teorías de la herencia ha sido la explicación de esto mediante la existencia y persistencia de partículas encapsuladas en el interior de los organismos (y las células). Partículas poseedoras de códigos y claves que son transmitidas a los demás componentes de los organismos, pero postulando siempre una dependencia y una relación jerárquica de éstos con respeto a las partículas postuladas como "esenciales" que poseen el código hereditario. *Gémulas* para Darwin, *bióforos* según Weismann, *chromosomas* en el lenguaje de Morgan, y finalmente *genes* para las ciencias estudiosas de la herencia en los últimos 70 años, incluyendo en primer lugar a la biología molecular. Todos estos conceptos, algunos producto de una especulación (no carente de sentido) como en el caso de las gémulas y los bióforos, y otros con un valor de verdad mucho más elevado, como los genes y cromosomas, parten de la visión de que en cada individuo *debe* existir obligadamente una fuerza física, que estaría encarnada en una partícula, que es la poseedora de todo el andamiaje anatómico, fisiológico, y en su caso conductual y cultural de los organismos, que los contenga en miniatura o en clave, que los explique. Sin negar la importancia que el descubrimiento de cromosomas y genes ha tenido para las ciencias de la vida, es pertinente adoptar una cierta prudencia para observar desde un ángulo crítico las deficiencias contenidas en las explicaciones hegemónicas de su funcionamiento.

Su principal deficiencia es que no logran dar una explicación completa de los procesos globales de los seres vivos, y esto a causa de ser concebidas existiendo separadamente al conjunto de las relaciones que en ellos ocurren. En principio no existe ninguna razón para pensar y proponer que la transmisión de caracteres hereditarios es la función más importante de los organismos. Es una extrapolación de las nociones clasistas sobre la herencia de la riqueza material a los descendientes, o de la necesidad de perpetuar fuerza de trabajo. En el caso que nos ocupa acerca de los seres vivos, encontramos que, concebido de esa manera, la herencia se separa de las demás actividades de los organismos y su estudio, basado en esa particulación de las unidades que lo producen, oculta el conjunto de las relaciones que permiten que estas partículas existan y funcionen. Más aún, niegan la posibilidad de que existan otros procesos independientes de ella que tengan un peso importante en el desarrollo y evolución de los organismos, de la misma manera en como la mercancía, al ocultar las relaciones sociales que la producen, oculta la posibilidad de otro tipo de relaciones sociales al margen de las mercantiles.

En tiempos presentes podemos encontrar un proceso que lleva al extremo la fetichización del proceso hereditario. Un descubrimiento que poderosamente ha

atraído la atención de científicos y la opinión pública, incluso neófita, es el de los ácidos nucleicos, cuya estructura tridimensional fue determinada en 1953 por James Watson y Francis Crick (Watson y Crick, 1953a; 1953b). En ella, una sola molécula, o partes de ella que actúan separadas entre sí, determinan estructuras, colores, consistencias, flujos, funciones, conductas, deseos y/o valores de los organismos que las contienen. Como si todas estas tuvieran una existencia separada; como si no existieran entre ellas relaciones, oposiciones, interpenetraciones y cualidades-cantidades. Más aún, como si todas éstas no fueran la fuente real de explicación de las primeras. Se da un proceso de reificación, verdadera congeladora ontológica que se lanza a contrapelo y contracorriente de lo evolutivo, que es lo cambiante, lo relacional y deviniente.

El proceso de fetichización no se detiene con el descubrimiento de la estructura tridimensional de los ácidos nucleicos. En 1970 Crick, en un intento por culminar el triunfo de su concepción reduccionista y genocéntrica, postula lo que denominó *el dogma central de la biología molecular* (Crick, 1970). En él se sintetiza la dirección del flujo de información genética: del DNA o ácido desoxirribonucleico fluye al RNA o ácido ribonucleico y de ahí pasa a las proteínas, o directamente a las proteínas sin pasar por el RNA (figura 1). Lo interesante es que el proceso no ocurre en sentido inverso: las proteínas no pueden generar información, sólo son el producto de ella. Los RNA's transmiten la información proveniente de los DNA's y la generan sólo en casos particulares, cuando las reverso-transcriptasas intervienen para enviar información RNA-DNA. El RNA requiere del DNA para efectuar sus funciones, pero no así este último, que puede prescindir del primero y enviar la información a las proteínas. Pero más aún, la figura muestra que el RNA sólo en casos particulares es capaz de autoreplicarse, a diferencia del DNA que siempre puede hacerlo y de hecho lo hace. De este modo, tenemos un lado del modelo: el lado pasivo, representado por la proteína, y el lado activo del proceso, representado por los ácidos nucleicos, especialmente por el DNA. La proteína es el objeto pasivo, el DNA el verdadero sujeto, la actividad.

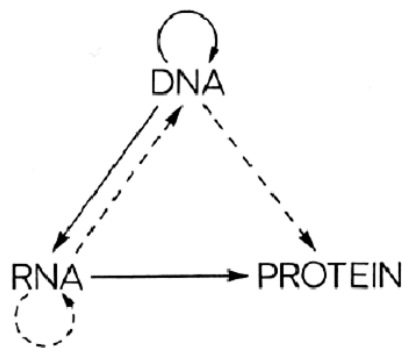


Figura 1: Dogma central de la biología molecular.

Tenemos aquí un modelo, una concepción de la realidad que expresa, por una parte, un proceso que verdaderamente ocurre: el de la transmisión de la información en la dirección señalada, pero por otra parte, una representación del mismo que está fetichizada. La fetichización ocurre al menos a dos niveles: uno, el del proceso completo, que queda descontextualizado y despojado de toda relación que ocurra fuera de este flujo de información; un proceso en el que se observa el mecanismo de transmisión de información separado y descontextualizado de todos los demás componentes del sistema vivo, y más aún, de las influencias ambientales externas. Este proceso de flujo de información se representa, en palabras cartesianas, como si no tuviera necesidad más que de sí mismo para existir y perpetuarse. Se hace depender de este sencillo proceso el conjunto de las vías metabólicas, de los intercambios de materia y energía en la célula y el organismo, de las relaciones entre individuos, poblaciones y especies; el proceso de la evolución de las mismas queda sujeto enteramente a este flujo de códigos informativos. Richard Dawkins expresa diáfanoamente este concepto en las primeras líneas de su famosa obra *El gen egoísta*: “Somos máquinas de supervivencia –vehículos robotizados, ciegamente programados para preservar las moléculas egoístas conocidas como genes” (Dawkins, 1976, p.v).

Pero en este nivel, al menos se muestran componentes distintos de la transmisión de información, de la misma manera que en el proceso de fetichización de la mercancía, las personas que llevan a cabo el intercambio son mostradas como tales, aunque su papel se reduzca al de meros vehículos pasivos de intercambio de cosas. Sin embargo, existe un nivel más profundo de fetichismo en el dogma central de la biología molecular: El DNA es mostrado como una molécula que incluso puede prescindir de la existencia de RNA y de proteínas. Su replicación ocurre en aislamiento y con independencia de ellas, es algo que se produce y reproduce a sí mismo, de manera análoga a como el dinero parece reproducirse por sí sólo en el proceso del interés. Se trata de moléculas sin causa previa que causan efectos; condicionantes sin condiciones anteriores. El fetichismo de la pretendida “partícula viva”, postulada como “esencial” llega aquí a su grado extremo cuando se le presenta como una molécula que existe y se perpetúa con completa independencia de cualquier otro componente del mundo vivo, de ahí la denominación que recibe de “molécula viviente”, de “esencia de la vida”, dejando al resto del organismo como mero vehículo, carente de actividad, cuya misión es seguir las instrucciones de los genes en la búsqueda de su propia supervivencia.

La constante prevalencia de las tesis y prácticas reduccionistas y fetichistas en biología es más el resultado de una imposición ideológica burguesa, basada en el esencialismo individualista y no en su valor de verdad. De acuerdo con Lewontin, es el resultado de la concepción individualista, según la cual la sociedad es la suma de los individuos que la integran, y la esencia de aquella es precisamente el individuo (Lewontin, 1991):

El programa reduccionista explica las propiedades de los colectivos por medio de las propiedades de individuos ensamblados. La sociedad es una colección de individuos causalmente soberanos y las especies son la consecuencia de la

supervivencia y la reproducción de organismos individuales. Pero el apetito del reduccionismo es insaciable. El organismo individual es sólo una parada temporal en el ineluctable proceso de atomización. Los mismos individuos deben ser explicables por medio de proteínas y enzimas, las cuales, a su vez, son producto de genes, los cuales son producto de la combinación de átomos. (Lewontin, 1991, p.xvi)

Para poder romper con estas mistificaciones en biología y teoría evolutiva, es necesario trascender la teoría de las *transmisiones*, representada por el dogma central de la biología molecular, y sustituirla por una teoría de las *transiciones*. Es decir, reemplazar el paradigma del flujo unidireccional de información por uno que, además de explicar esos flujos, comprenda y explique las distintas mediaciones que existen en esas transmisiones informacionales encriptadas. En esta forma explicativa la fetichización de entidades esenciales es causa y efecto de una deficiencia en la comprensión de la totalidad de los procesos que comprenden la transmisión de información, tal es, por ejemplo, el caso de las relaciones del interior de estos sistemas moleculares y polimoleculares con su medio circundante y sus factores todos, de entrada, limitados por barreras fijas en este modelo.

Una teoría de las transiciones puede explicar cómo unas entidades pueden dar lugar a otras cuantitativa y cualitativamente distintas sin seguir una dirección única y lineal. Puede explicar cómo los distintos niveles ontológicos de la materia viva (del molecular al ecosistémico) constituyen un conjunto de interpenetraciones de sus componentes espacio-temporales. De éstas se originan procesos que requieren explicaciones propias a cada uno de ellos, comprensión de los nuevos y distintos principios que las gobiernan, los cuales tienen un carácter *transitorio*. Estos, sin embargo, no contravienen los del nivel que les ha dado origen, ni tampoco se les añaden de manera mecánica, sino que lo hacen de manera que la expansión de las nuevas entidades produce una restricción de las predecesoras, nuevas formas de relación distintas a las prevalecientes previamente a la emergencia del nuevo nivel explicativo.

Una teoría de este tipo elimina los fijismos presentes en el reduccionismo; comprende que, a diferencia de los sistemas físicos, en los que los objetos de estudio están bien delimitados, los sistemas biológicos contienen límites flexibles, y cambiantes, en ocasiones indistinguibles (como en los procesos ecosistémicos) en donde los conceptos de "exterior" e "interior" ya no tienen el significado que tienen en los objetos físicos inanimados (como por ejemplo satélites o planetas), y más aún, están construidos por entidades activas, en las que su actividad es recíproca con la de su entorno abiótico; que los objetos de la evolución son también sujetos interpenetrados entre sí y con su ambiente; que uno y otros construyen el proceso entero de la evolución.

Para proponer un modelo de este tipo se puede acudir al concepto hegeliano de *Quantum*. En su *Ciencia de la Lógica*, G. W. F. Hegel explica que cada entidad medible del universo puede ser entendida como un *Quantum*. Cada *Quantum* posee un *Límite*, el cual puede ser una barrera física como un muro, pero no necesariamente; el límite puede ser fijado más o menos arbitrariamente, de acuerdo con lo que

esté siendo analizado en un momento dado. A su vez, el *Límite* es tanto una externalidad de su *Quanta* correspondiente como una parte integral, algo propio del mismo. Se sitúa por fuera del *Quanta*, pero al mismo tiempo es parte de éste pues no es posible entenderlo sin su frontera final. La existencia de un *Límite* carece de sentido mientras esté ausente un proceso de ruptura y una reconstrucción del mismo. Es decir, un *Límite* no es *Límite* si no es traspasado, transgredido, o al menos si no tiene la potencialidad para hacerlo. No se es límite si no se contiene su propia aniquilación como tal. Esto constituye un proceso de negación y autonegación de las determinaciones de cada *Quantum*.

Es parte de la noción de *Quantum* el tener un más allá: Este más allá es, en primer lugar, el momento abstracto del no-ser del *Quantum*. . . por tanto, lo relaciona con su más allá, como con su infinitud, de acuerdo con el momento cualitativo de la oposición. En segundo lugar, sin embargo, el *Quantum* es continuo con este más allá: el ser mismo del *Quantum* es ser su propio Otro, ser auto-externo y, por tanto, esta parte externa no es otra cosa que el *Quantum* mismo. (Hegel, 1812-1816; Tomo I, pp.242-243)

Lo que se manifiesta en estas palabras es la tesis de que ninguna entidad cuantificable del mundo puede entenderse si no es en función de lo que es su externalidad, de aquello que en una primera impresión sería "ajeno" o "extraño" a esa entidad. No obstante, una inspección más cuidadosa nos indica que justamente eso que parece externo, extraño y ajeno en la comprensión de la entidad que queremos comprender (una célula o un individuo biológico, por ejemplo) no es menos indispensable que sus partes internas, pues ese *Límite*, al delimitar a la entidad bajo análisis, la estructura y conforma. Y es un *Límite* en tanto se proyecta al exterior y hace del exterior, de los *Quanta* externos, partes integrantes de los internos. Es un proceso de auto-externalización de lo internalizado y con ello de complejización de todo el sistema. Es un convertir al *Quantum* en su límite y su más allá, es integrar al más allá al *Quantum* inicial por medio del *Límite*. El *Límite* media entre los distintos *Quanta*, los vincula, los dinamiza; los niega y al negarlos los afirma simultáneamente porque establece, mediante relaciones, las condiciones que permiten la existencia del *Quantum* al que nos referimos. El *Más allá* es la indicación de aquello con lo que interactúa, pero la interacción y la interpenetración son entonces ya propias del ente y son el ente mismo. Al llevarse a cabo todo este proceso mediador entre dos elementos que se presentan uno al otro como opuestos y contradictorios, el *Límite* se transforma, transforma al *Quantum* del cual es límite y con ello transforma su *Más allá*, produce una síntesis, y nuevas y distintas oposiciones.

Una célula está delimitada por una membrana, y es esta membrana parte integral de la célula, no algo externo a ella, y son las funciones de la membrana las que hacen que haya un intercambio de materia y energía con el exterior, es decir con la no-célula, con aquello que la niega, pero como toda negación dialéctica es activa y relacional, como es el material de inicio no-celular el que se ha de incorporar a la célula, entonces resulta parte de ésta, juzgándose desde una perspectiva dinámica. Esta forma de razonar y de comprender la dinámica celular se puede exhibir para cualquier otro nivel de análisis del mundo vivo, desde el subcelular y molecular

hasta el ecosistémico. Para empezar, sus límites no siempre son tan claros como los de las células, se modifican constantemente y se interpenetran. Un ecosistema tiene numerosas zonas de transición y mediación con otros, posee numerosos ecotonos, los cuales no son fijos ni siempre fácilmente distinguibles. El ecotono pertenece a los ecosistemas que limita y es en sí un ecosistema propio, es al mismo tiempo (y al igual que la membrana celular) un *Quantum*, un *Límite* entre varios *Quanta* y un más allá de cada uno de los *Quanta* a los que delimita.

En relación a los procesos de herencia puede decirse, de acuerdo con estos conceptos dialécticos, que no pueden restringirse a los de herencia genética, se basan en complejos polimoleculares que pueden producir líneas hereditarias, pero que no necesariamente corren paralelas a las tasas de mutación-recombinación.

Alternativamente, poseen distintas propiedades y ritmos, causados por procesos de transgresión y transición de los límites. Todos estos: procesos transgresores y limitantes desde luego tienen una relación con las unidades genéticas originales, claramente un cierto tipo de *Quanta*, pero no el único ni necesariamente el fundamental. No se prescinde de ellas, pero el proceso de complejización de los organismos se caracteriza por la adquisición de una creciente autonomía de sus funciones con respecto a los *Quanta* genéticos y por la producción de otros *Quanta*, cualitativamente distintos, pues la naturaleza de sus relaciones cuantitativas se ha transformado. Se trata aquí de procesos de auto-trascendencia, de transgresión de las unidades genéticas; un proceso en el cual se alcanza un *Más allá* de ellos mismos, es decir, en conjunto constituye su autonegación.

DESAÍOS AL DOGMA CENTRAL DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR

Abordaremos brevemente los trabajos de algunos de los evolucionistas críticos del reduccionismo biológico y del genocentrismo, para comprender cómo el fetichismo de los ácidos nucleicos está siendo cuestionado.

Eva Jablonka y Marion Lamb han llevado a cabo una defensa del papel del ambiente y de mecanismos de herencia no genética basados en crecientes evidencias que apuntan a revivir la visión lamarckista de la evolución. De ese modo expresan:

... la plasticidad del desarrollo del organismo y el rango de formas epialélicas que puede contener la secuencia en la composición del DNA, constriñe y limita la respuesta del ambiente, sin embargo, sus límites no son siempre fáciles de definir, y se desconoce qué tanto de ese rango puede llegar a extenderse. (Jablonka y Lamb, 1995, p.277)

En el modelo genocéntrico, las secuencias de nucleótidos en los ácidos nucleicos limitan la respuesta que el organismo pueda presentar a los estímulos ambientales, cuando no la rechazan y se mueven al margen de ellas. En todo caso, si esas influencias no convergen directamente en el material genético en forma de mutaciones no tienen importancia ni influencia en la variación. Inversamente, la epigénesis abre y expone al ambiente a un conjunto amplio de los componentes del organismo, no sólo a su genoma, con ello logra explicar el desarrollo como un proceso flexible que hace que los *Límites* adopten una dinámica evanescente y

negativa. En la medida en que los *Límites* se encuentren más cercanamente relacionados con las condiciones ambientales no pueden ser fijados rígidamente, pues se mueven más o menos independientemente de las restricciones genéticas.

Nos enfrentamos aquí con el proceso de transgresión de los *Límites*, lo cual significa: de grupos de fronteras con una alta movilidad, que se encuentran continuamente atravesados y transgredidos. Todo ello significa un desafío a la genética mendeliana y a las explicaciones sobre la prevalencia cuando no a la universalidad de la herencia dura, propia de la síntesis moderna. El organismo y el ambiente, como totalidades, pueden ser entendidos, en cambio, como elementos interactuantes opuestos, activos y recíprocamente negativos; otredades que se seleccionan mutuamente.

La atención de Jablonka y Lamb se centra también en los aspectos de la evolución conductual y cultural (esta última propiamente humana) (Jablonka y Lamb, 2005), y señalan que las unidades de herencia cultural tienen que mostrarse a todos los miembros de una población en vez de mantenerse encapsuladas y escondidas en ciertas moléculas; son irreducibles a los componentes básicos y no son origen de nueva variación.

Contra visiones reduccionistas y genocéntricas que desde los años setenta al menos han atribuido bases genéticas a la conducta (Wilson, 1975; Dawkins, 1972; Barkow *et al.*, 1992; Buss, 2005, etc.), la visión de Jablonka y Lamb expresa que la conducta debe analizarse en un plano independiente del genético y aun del epigenético; se basa en una fusión de la actividad individual con la colectiva, no está constreñida a las instrucciones transmitidas desde niveles de organización previos. En ese sentido es también una transgresión de los límites. Las unidades de la actividad cultural-laboral no son entidades como células o moléculas sino intenciones, metas, pensamientos, consciencia.

Con la variación transmitida por medio del sistema simbólico, hay un salto cuántico [*quantum leap*] en la complejidad social con familias, grupos profesionales, comunidades, estados y otras agrupaciones que influyen en la producción artística, comercial, religiosa y otras (Jablonka y Lamb, 2005, p.237).

En este nivel de análisis la información se apropia y transmite por medio de grupos heterogéneos que generan un flujo mutidireccional. Receptores y transmisores intercambian su lugar y su papel en un flujo multi-direccional. El proceso, analizado de este modo, consiste en flujo informático de interpenetraciones en una relación libre de mistificaciones y fetichismos.

En todas estas actividades cada unidad es la negación de la otra y de sí misma; es, simultáneamente, su afirmación, es su ser-otro lo que la afirma.

Aunque las relaciones moleculares y génicas no desaparecen, nuevas relaciones surgen. Estas son capaces de llevarse a cabo sin el agente genético inicial, el cual deja de ser el promotor perenne del proceso hereditario. Aquí nos encontramos con un proceso dialéctico de negación de la negación: los genes se auto-niegan en la epigénesis y esta progresivamente es negada en la herencia cultural que ya no tiene relación con la genética. Nuevas unidades de herencia niegan a sus predecesoras tan pronto como se autonomizan e independizan. La existencia de un

“movedor primario”, al cual todos los movimientos tienen que referirse, se desvanece en favor de una multiplicidad de dinámicas y actividades que median entre las causas y los efectos. No hay ya una unidad fetichizada en la cual el proceso se centre obligadamente.

Susan Oyama, por su parte, y manifestando una oposición a las binariedades innato/aprendido y naturaleza/crianza, elabora su Teoría de Sistemas en Desarrollo (DST, por sus siglas en inglés). Sostiene la necesidad no de construir una mezcla ecléctica entre las categorías de estas binariedades, sino de eliminarlas en aras de una explicación incluyente y más abarcante.

Con esta tesis en mente, Oyama expresa:

Los cuerpos y las mentes son construidas, no transmitidas. (Oyama, 2000a, p.29)

La naturaleza no es transmitida sino construida. La naturaleza de un organismo –es decir, las características que lo definen en un momento específico– no es genotípica sino fenotípica (un producto del desarrollo). En vista de que los fenotipos cambian, las naturalezas no son estáticas sino transicionales y en vista de que cada genotipo tiene una norma de reacción, puede dar lugar a múltiples naturalezas. (Oyama, 2000a, p.48)

Es decir, para Oyama el papel de la transmisión de información carece de sentido si no es en un contexto de construcción global de la naturaleza viva, del individuo en relación con los demás y con su medio. La información, pues, tampoco es simplemente transmitida, sino construida. Desde luego que la construcción de un sistema vivo requiere de transmisión de información, lo cual no es negado por Oyama, pero para que esto ocurra es necesario e imprescindible un sistema simultáneo de interacciones de los componentes del sistema de transmisión-recepción. Esto es lo que le lleva a realzar el papel de lo fenotípico en la explicación de la naturaleza de un organismo –es decir, el conjunto de características que lo definen en un momento específico de su vida, –y por lo tanto, de su historia– no es genotípica sino fenotípica.

Como parte de este análisis es necesario recalcar que no puede existir ningún transmisor ni mecanismo de transmisión de información si no existe un ente o sujeto receptor de la misma. El punto no es constatar la existencia de, en este caso, una *molécula maestra* capaz de llenar un espacio con caracteres que transmite, sino caracterizar y especificar ese espacio como la condición para que la transmisión tenga lugar, es decir, poner el mecanismo de transmisión en el contexto del receptor de la misma. Las formas específicas de transmisión y recepción de información son producto de un mecanismo de construcción o co-construcción de todo un sistema vivo. Concebir la relación DNA-RNA-proteína como algo plenamente autosuficiente es dejar de lado una forma de entender la relación transmisor-receptor, como un proceso en el que se involucran los factores ambientales, entendidos estos de manera más amplia que lo que está fuera, del individuo o la célula, sino involucrando a aquello erróneamente concebido por el genocentrismo como derivado unidireccionalmente del flujo informativo contenido en el dogma central de

la biología molecular: catabolismo y anabolismo en su conjunto, intercambios materia energía y modificaciones estructurales a lo largo de la vida individual. Más todavía cuando se representa la auto-replicación del DNA como algo continuo y que parece surgir de sí mismo y mantenerse por sí mismo, a la cabeza de todo proceso vital, por fuera de todo el ambiente.

Oyama agrega:

La naturaleza es más bien el producto de los procesos que son las interacciones del desarrollo que llamamos crianza. Al mismo tiempo, la naturaleza fenotípica es un recurso del desarrollo para interacciones subsecuentes... Identificar la naturaleza con el genoma es perder la historia total del desarrollo en el mismo sentido en que los preformistas lo han venido haciendo, de hecho este genocentrismo contemporáneo es la última concepción del preformismo. (Oyama, 2000a, pp.48-49)

Lo que [el empirismo y el nativismo] comparten es la creencia de que la información puede preexistir al proceso al que da lugar. Pero la información 'en los genes' o 'en el ambiente' no es biológicamente relevante hasta que participa en los procesos fenotípicos. Deviene en algo significativo en los organismos sólo en la medida en que se construye como 'información' por medio de su sistema en desarrollo. (Oyama, 2000b, p.16)

O sea, no se deviene en la medida en que haya una fatal información que prexiste al organismo, y hablar del organismo es hablar, como se mencionó líneas arriba, de un contexto de relaciones, como una totalidad en donde las fronteras entre lo interno y lo externo son transformables y trascendibles.

El fetichismo en tanto tal, necesita de preexistencias para desarrollarse, el fetiche es algo en torno a lo cual la vida, o algún aspecto de ella debe organizarse necesariamente. Es algo de lo cual ese aspecto de la vida, o la vida toda, depende y se subordina, algo imprescindible, algo que está esperando a una constelación de entes subordinados para que se organicen alrededor del fetiche. Así sucede con la vida espiritual y los individuos alrededor de dios y sus representaciones; con los ciudadanos que participan en la vida política en relación con su líder, su partido o las urnas electorales; con las personas que buscan sus medios de subsistencia en relación con las mercancías. Dios, patria, partido, mercancía, parecen preexistir a todo sujeto, a toda idea, a toda acción o actividad; esas preexistencias se manifiestan como las misteriosas propiedades naturales que hacen a cualquier entidad prescindir de relaciones. Es lo "puesto por la naturaleza" lo que es un fetiche, en la medida en que así se conciba. No hay diferencia con las moléculas transmisoras de información, autoreplicadoras y con ello "creadoras" de vida. Por ello las tesis de Jablonka y Lamb y las de Oyama, basadas en hallazgos experimentales, rompen con esta forma de fetichizar a los ácidos nucleicos.

MERCANTILIZACIÓN DE LAS MOLÉCULAS Y MOLECULARIZACIÓN DE LAS MERCANCÍAS: LA CONTEMPORÁNEA VISIÓN BURGUESA DE LA BIOLOGÍA

La anterior argumentación podría entenderse en el marco de una discusión meramente teórica, patrimonio de comunidades científicas más o menos cerradas o elitizadas, sin repercusiones más allá de ellas, es decir, alejadas de la realidad de las interacciones socio-económicas y de la cultura toda. Eso es una ilusión. La correspondencia entre el fetichismo de la mercancía y la de los ácidos nucleicos dista de ser una coincidencia. Ambas son producto de las relaciones sociales en el capitalismo, en ambas se trata de entes delimitados, estables, cuantificables (y por tanto sustraíbles, agregables, contables), divisibles, poseedores de propiedades naturales que los hacen explicables por sí mismos (McAfee, 2003). Sobre todo, tanto la mercancía como los genes dan la ilusión de ser reproducibles y crear riqueza a partir de sí mismos, de autovalorizar su propio valor, de producir constantemente un excedente que puede ser utilizado en procesos productivos (Thacker, 2005). Por ello, mercancía y ácidos nucleicos parecen ser la base y la esencia de producción de riqueza: una de y en los procesos económicos, y sociales, el otro, y la otra de y en procesos biológicos. Parece ser una sólida constatación de la naturalización de los valores y de los procesos económicos del capitalismo, el cual ha proyectado siempre la idea falsa de ser el más natural de los sistemas de producción y reproducción de la riqueza y de organización de toda la vida social. Parece que por ello resulta indestructible y debe ser venerable. Si las unidades “últimas” y “esenciales” de la vida expresan un comportamiento y una naturaleza iguales a las de la mercancía y su producción-consumo, la naturalidad de esta última habría pasado su más rigurosa prueba.

La puesta en contacto de ambas realidades produce una ilusión más: la de que ya no es necesaria la intervención de ninguna fuerza humana para producir una creciente riqueza. Esta ilusión es alimentada por la industria transnacional de la biotecnología. En su incesante búsqueda de fuentes naturales de riqueza, la biotecnología utiliza a los ácidos nucleicos como fuente de su ganancia, de plusvalor, de “valor biológico” que se valoriza a sí mismo, y que debido a sus propiedades inmanentes deviene en mercancía, en propiedad privada, en fuente de derechos, como por ejemplo patentes. Como fiel expresión de la visión burguesa del mundo, la de la industria biotecnológica está marcada por el cortoplacismo y la estrechez. Los efectos de la inserción de trozos de ácidos nucleicos de una especie en el genoma de otra son juzgados sólo en términos de la parte predecible, aun cuando ésta sea muy limitada, y no de la que no lo puede ser. Para la industria biotecnológica los resultados de sus manipulaciones deben poder predecirse como puede predecirse la posición de la Luna con respecto a la Tierra en un momento dado o el grado de difracción de un rayo de luz al atravesar medios de distintas densidades. Con esta exigencia de predictibilidad completa para sistemas de alta complejidad, como lo son los sistemas vivos-ecológicos, se verifica que la industria biotecnológica no únicamente defiende una concepción anacrónica de los sistemas vivos y los ecológicos, sino que además no es capaz de asimilar el hecho de que haya efectos

impredicibles; la defensa de la predictibilidad en ciencia adopta, para los defensores de la biotecnología, un carácter de clase, al igual que el concepto de evidencia. Se ignora que a lo largo de la historia la evidencia ha sido juzgada de distintas maneras dependiendo de la rama de la ciencia y del tipo de problemas específicos que aborda (Guillamin, 2005).

Un ejemplo claro de esto es el libro *Por un uso responsable de los organismos genéticamente modificados*, aparecido en 2011 (Bolívar Zapata, 2011). El libro en cuestión tiene un nivel de divulgación en el que sus primeras páginas están dedicadas a la explicación sencilla del funcionamiento del código genético y la transmisión de información. No se encuentra en sus páginas mayor mención a los cuestionamientos al concepto de gene y al dogma central de la biología molecular, a pesar del cuestionamiento que se ha hecho a estos dos fundamentos de la biología molecular.¹ Todo está estructurado y redactado para dejar la impresión de que la única manera de entender el proceso de herencia y la variabilidad es a través de los ácidos nucleicos. Y se comprende el porqué, pues si se cuestionara este paradigma, el edificio de la biotecnología, especialmente el de su rama productora de alimentos transgénicos, quedaría en cuestión también, profundizaría su crisis y eventualmente se derrumbaría.

La biotecnología, en especial la dedicada a la producción y comercialización de organismos genéticamente modificados, requiere de un fetiche para desarrollarse y justificarse, requiere de una entidad o esencia (los ácidos nucleicos) cuyo funcionamiento sea entendido, erróneamente, como independiente de toda relación y toda dependencia, de toda externalidad, en ausencia de otredades, negaciones y cambios cuantitativos-cualitativos. Una explicación pseudocientífica que a fin de cuentas arroje a los abismos del misterio la explicación de las propiedades últimas de las partículas con las que trabaja, es una ciencia mistificada, mistificadora y carente de explicaciones evolucionistas.

La legitimación de estas concepciones sobre la naturaleza y los sistemas vivos no puede comprenderse plenamente si no es en función de las relaciones de clase. El fetichismo del dogma central de la biología molecular y de los ácidos nucleicos es hoy un elemento indispensable a considerar en las relaciones de la ciencia con la sociedad y en la imposición de una ciencia al servicio del capital.

Hechas estas consideraciones, creo pertinente cerrar este ensayo de la misma manera en que fue abierto, es decir, cediendo la palabra a Richard Levins, quien lacónicamente expresa algo que perfectamente bien se inserta en el problema que hemos analizado: "Debemos rechazar la estrategia mágica del reduccionismo, que sirve a la ciencia mercantilizada, en favor de un respeto por la complejidad, la conectividad, el dinamismo, la historicidad y las contradictoriedades del mundo" (Levins, 2007, p.99).

¹ Revisiones muy completas de la crisis del concepto de gen se encuentran en: El-Hani, C. N., 2007. Between the Cross and the Sword: The Crisis of the Gene Concept. *Genetics and Molecular Biology* 30 (2), pp.297-307; Joaquim, L. M. y El-Hani, C. N., 2010. A Genética em Transformação. Crise e Revisão do Conceito de Gene. *Scientiae Studia* 8 (1), pp.93-128; y Pichot, A., 1999. *Histoire de la Notion de Gène*. Paris: Flammarion.

BIBLIOGRAFÍA

- Barkow, J. H., Cosmides, L. y Tooby, J., 1992. *The Adapted Mind: Evolutionary Psychology and the Generation of Culture*. Nueva York: Oxford University Press.
- Bolívar Zapata, F. G. (coord.), 2011. *Por un uso responsable de los organismos genéticamente modificados*. México: Academia Mexicana de Ciencias.
- Buss, D. M. (ed.), 2005. *The Handbook of Evolutionary Psychology*. Hoboken: N. J. John Wiley & Sons.
- Crick, F., 1970. Central Dogma of Molecular Biology. *Nature*, 227, pp.561-563.
- Dawkins, R., 1976. *The Selfish Gene*. Oxford: Oxford University Press.
- Descartes, R., [1647] 1995. *Los principios de la filosofía*. Madrid: Alianza Universidad.
- Guillamin, G., 2005. *El surgimiento de la noción de evidencia: Un estudio de epistemología histórica sobre la idea de evidencia científica*. México: UNAM.
- Hegel, G. W. F., 1812-1816. *Science of Logic*. Londres: George Allen & Unwin, Ltd.
- Jablonka, E. y Lamb, M., 1995. *Epigenetic Inheritance and Evolution: The Lamarckian Dimension*. Oxford: Oxford University Press.
- Jablonka, E. y Lamb, M., 2005. *Evolution in Four Dimensions: Genetic, Epigenetic, Behavioral and Symbolic Variation in the History of Life*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Levins, R., 2007. Ten Propositions of Science and Anti-Science. En Lewontin, R. y Levins, R., *Biology under the Influence: Dialectical Essays on Ecology, Agriculture and Health*. Nueva York: Monthly Review Press.
- Lewontin, R. C., 1991. Foreword. En Tauber, A. I., *Organism and the origin of Self*. Boston Studies in the Philosophy of Science, vol. 129. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp.xiii-xix.
- Marx, K. [F. Engels] 1985. *El Capital*, Tomo III, México: Siglo XXI.
- Marx, K., [1857-1858] 1987. *Elementos fundamentales para la crítica de la economía política (Grundrisse) 1857-1858*. Tomo 2. México: Siglo XXI.
- Marx, K., [1867] 1988. *El Capital*, Libro I. México: Siglo XXI.
- McAfee, K., 2003. Neoliberalism in the Molecular Scale. Economic and Genetic Reductionism In Biotechnology Battles. *Geoforum*, 34, pp.203-219.
- Oyama, S., 2000a. *Evolution's Eye: A Systems View of the Biology-Culture Divide*. Durham: Duke University Press.
- Oyama, S., 2000b. *The Ontogeny of Information: Developmental Systems and Evolution*. Durham: Duke University Press.
- Rubin, I. I., 1974. *Ensayo sobre la teoría marxista del valor*. Buenos Aires: Cuadernos de Pasado y Presente.
- Thacker, E., 2005. *The Global Genome: Biotechnology, Politics and Culture*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Watson, J. D. y Crick, F. H. C., 1953a. Molecular Structure of Nucleic Acids. *Nature*, 171, pp.737-738.
- Watson, J. D. y Crick, F. H. C., 1953b. Genetical Implications of the Structure of Deoxyribonucleic Acid. *Nature*, 171, pp.964-967.
- Wilson, E. O., 1975. *Sociobiology: The New Synthesis*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

COLABORADORES: ADSCRIPCIÓN Y SEMBLANZAS

MARIANA BENÍTEZ KEINRAD

Estudió Biología en la Facultad de Ciencias de la UNAM, cursó la maestría en Dinámica No Lineal y Sistemas Complejos en la UACM y realizó su doctorado en Ciencias Biomédicas en la UNAM. Es investigadora en el Instituto de Ecología y forma parte del Centro de Ciencias de la Complejidad (C3), ambos de la UNAM. Sus líneas de trabajo incluyen: ecología evolutiva del desarrollo en las plantas y en la transición a la multicelularidad, modelado matemático de sistemas biológicos y agroecología.

MAURICIO BETANCOURT DE LA PARRA

Biólogo por la Facultad de Ciencias, UNAM, 2014. Su tesis de licenciatura, dirigida por la Dra. Edna Suárez, abordó el origen literario, científico y sociopolítico del ambientalismo en los Estados Unidos de América y su desarrollo durante la *guerra fría*. Sus principales áreas de interés son la bioquímica, la biología de la conservación, la ecología, la agroecología, la literatura y la música, la geografía, la historia, y las crisis ecológicas y económicas. Fue maestro rural por siete años y coordinador de una campaña de alfabetización para adultos. Actualmente cursa la maestría en Filosofía de la Ciencia en la UNAM.

FRANCISCO JAVIER CEPEDA FLORES

Fundador del Programa de Ciencia y Sociedad de la Facultad de Ciencias, UNAM. Maestro Investigador de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", en Saltillo, Coahuila. Ha sido director y maestro fundador de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, en la Universidad Autónoma de Coahuila (UAC); actualmente es director del Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas de la UAC.

GERMINAL COCHO GIL

Investigador emérito del Instituto de Física, UNAM, donde participó en la fundación del Departamento de Sistemas Complejos. Fundador del Programa de Ciencia y Sociedad de la Facultad de Ciencias, UNAM. Impulsor tanto de la Coordinación "Naturaleza, Ciencia y Sociedad" como del Programa de Ciencia y Humanismo, ambos de la Facultad de Ciencias. Miembro fundador del Centro de Ciencias de la Complejidad (C3), también de la UNAM.

EDGAR J. GONZÁLEZ LICEAGA

Matemático y doctor en ecología por la Facultad de Ciencias, UNAM. Se ha especializado en la aplicación de modelos matemáticos y estadísticos a fenómenos ecológicos. Estas aplicaciones han incluido desde entender por qué ciertos cactus se benefician de la presencia del ser humano, cómo la complejidad espacial aumenta la cantidad de especies en un sitio, hasta cómo el sexo de los reptiles depende de la temperatura a la que son incubados sus huevos. Actualmente es Profesor Asociado C en el Departamento de Ecología de la Facultad de Ciencias, UNAM, tras haber realizado un posdoctorado en el Departamento de Matemáticas y Estadística de la McMaster University en Canadá.

FABRIZIO GUERRERO MC MANUS

Investigador Asociado C, Tiempo Completo en el Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEIICH), UNAM. Estudió Biología en la Facultad de Ciencias, UNAM y posteriormente realizó una maestría y un doctorado en Filosofía de la Ciencia, también en la UNAM. Desde el año 2006 ha impartido las asignaturas de Evolución, Filosofía e Historia de la Biología, y Naturaleza y Sociedad en la misma Facultad de Ciencias de la UNAM.

LEV JARDÓN BARBOLLA

Jardinero. Estudió Biología en la Facultad de Ciencias de la UNAM (1997-2001) y luego el doctorado en Ciencias en el Instituto de Ecología de la UNAM (2012). Sus intereses de investigación incluyen la evolución y genética de poblaciones en plantas, así como la perspectiva dialéctica en evolución. Imparte los cursos de Filosofía e Historia de la Biología, Evolución y Genética de Poblaciones en la Facultad de Ciencias. Actualmente estudia el proceso de domesticación y diversificación de las plantas cultivadas desde un punto de vista evolutivo y genético, en su relación con la dimensión política del valor de uso como elemento central en la formación de cultura. En torno a este tema colabora con investigadores del Instituto de Ecología de la UNAM, analizando el papel de prácticas agroecosistémicas, de manejo y selección artificial en la conformación de la agrobiodiversidad. Trabaja como In-

investigador Asociado C de Tiempo Completo en el Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, UNAM.

JULIO MUÑOZ RUBIO

Investigador Titular B Definitivo en el Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEIICH), UNAM. Es doctor en Filosofía por la Universidad Autónoma de Barcelona. Sus áreas de especialidad son la biología dialéctica, el marxismo, y la crítica a los usos ideológicos de la biología en disciplinas como la psicología evolutiva y la sociobiología.

YURIDITZI PASCACIO MONTIJO

Bióloga (2003), maestra (2006) y doctora en Filosofía de la Ciencia (2011) por la UNAM. Actualmente es Investigadora Postdoctoral en el Instituto Max Planck de Historia de la Ciencia.

ALMA PIÑEYRO NELSON

Es egresada de la carrera de Biología impartida en la Facultad de Ciencias (2007) y doctora en Ciencias Biomédicas (2013), ambas de la UNAM. Realizó una estancia postdoctoral en la Universidad de California, en Berkeley, y actualmente es profesora-investigadora en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Ha participado en la publicación de artículos científicos que documentan el flujo de transgenes a variedades nativas de maíz y algodón en México y fue co-coordinadora de un libro colectivo que analiza la problemática de introducir maíz transgénico a México (*El maíz en peligro ante los transgénicos: un análisis integral sobre el caso de México*, 2013). En otra línea de investigación ha publicado artículos sobre la genética molecular y la evolución del desarrollo de *Lacandonia schismatica*, así como otras plantas monocotiledóneas. Sus intereses académicos se centran en la ecología, genética molecular y la evolución de las plantas, la filosofía de la biología, así como la bioseguridad y biomonitoreo de OGMs en centros de origen y diversidad. Es miembro fundador de la organización civil Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad (UCCS).

JUAN MANUEL RODRÍGUEZ CASO

Nació en Puebla en 1976 y es doctor por la School of Philosophy, Religion and History of Science, Universidad de Leeds, Reino Unido. Sus principales áreas de interés son la historia del darwinismo, el diálogo entre ciencia y religión, y el desarrollo de la antropología victoriana. Actualmente es investigador postdoctoral en el Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM.

<http://independent.academia.edu/JuanManuelRodriguezCaso>

OCTAVIO VALADEZ BLANCO

Licenciado en Investigación Biomédica Básica por la UNAM. Obtuvo el grado de maestro en Humanidades por la UAM-Iztapalapa y el doctorado en Filosofía de la Ciencia de la UNAM, con estancias de investigación en la Universidad de California, Santa Cruz. Profesor en la Facultad de Ciencias y en el diplomado en Medicina y Complejidad de la Facultad de Medicina de la UNAM. Ha sido galardonado con la medalla al Mérito Universitario de la UAM y ha obtenido los primeros lugares en concursos de ensayo científico (Fondo de Cultura Económica) y político (revista *Proceso*). Es miembro fundador del Seminario interinstitucional de Filosofía de la Biología (UAM-UNAM-UACM), del Seminario de Representación y Modelización de la UAM-C, y del Programa Ciencia y Humanismo de la Facultad de Ciencias, UNAM. Ha participado como ponente en diversos congresos nacionales e internacionales, y tiene varias publicaciones en revistas nacionales e internacionales. Actualmente realiza una estancia posdoctoral en la Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa.

MA. ALICIA VILLELA GONZÁLEZ

Obtuvo la licenciatura y maestría en biología en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Por varios años fue investigador asociado en genética toxicológica en Brookhaven National Laboratory, New York, y en México en el Instituto Nacional de Perinatología, SSA en fertilización humana *in vitro*. Desde hace varios años ha trabajado en aspectos relacionados con la historia de la biología en el Laboratorio de Estudios Sociales de la Ciencia con la Dra. Ana Barahona. Las áreas de interés que desarrolla son: movimiento de eugenesia en los Estados Unidos y el desarrollo de tecnologías reproductivas. Es además asesora en el diplomado que organiza la Academia Mexicana de Ciencias, y que busca contribuir en la formación de profesores de educación básica (secundaria) en el curso “la historia de la ciencia en la enseñanza de la ciencia en el aula”.

EDUARDO VIZCAYA XILOTL

Físico. Investigador del Centro de Estudios Filosóficos, Políticos y Sociales Vicente Lombardo Toledano (CEFPSVLT-SEP), adscrito al área de Estudios Políticos y Sociales; sus líneas de trabajo incluyen el análisis de aspectos recientes de los Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Desde 2011 es profesor de asignatura en la Facultad de Ciencias, UNAM, donde ha impartido el curso de Ecuaciones Diferenciales I y los Seminarios de Ciencia y Sociedad I y II. Es editor asociado de CopIt-arXives. Fundador tanto de la Coordinación “Naturaleza, Ciencia y Sociedad” como del Programa de Ciencia y Humanismo, ambos de la Facultad de Ciencias, UNAM.