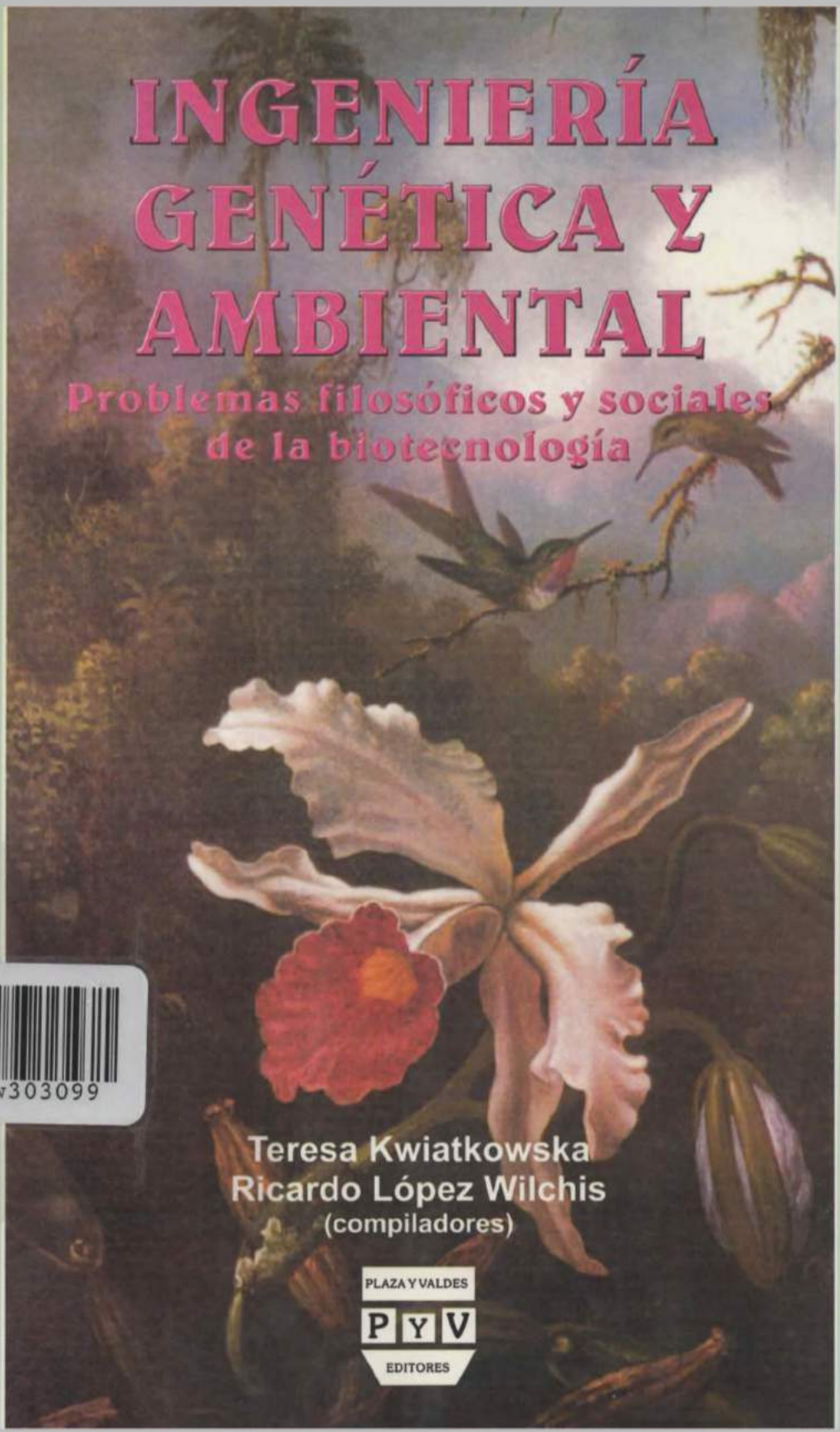
INGENIERÍA GENÉTICA Y AMBIENTAL

Problemas filosóficos y sociales de la biotecnología



W303099
w303099

Teresa Kwiatkowska
Ricardo López Wilchis
(compiladores)

PLAZA Y VALDES
P Y V
EDITORES

INGENIERÍA GENÉTICA Y AMBIENTAL

INGENIERÍA GENÉTICA Y AMBIENTAL

Problemas filosóficos y sociales de la biotecnología

Teresa Kwiatkowska
Ricardo López Wilchis
(Compiladores)

CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

PLAZA Y VALDÉS
P Y V
EDITORES

Diseño de portada: Plaza y Valdés, S.A. de C.V.

Primera edición: abril del 2000

INGENIERÍA GENÉTICA Y AMBIENTAL
Problemas filosóficos y sociales de la biotecnología

© Teresa Kwiatkowska, Ricardo López Wilchis
© Plaza y Valdés, S.A. de C.V.
© Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt)

Derechos exclusivos de edición reservados para todos los países de habla hispana. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin autorización escrita de los editores.

Plaza y Valdés Editores
Manuel María Contreras núm. 73
Col. San Rafael, C.P. 06470
México, D.F. Tel. 5705-00-30

ISBN: 968-856-750-7

HECHO EN MÉXICO

ÍNDICE

'rólogo 9
'eresa Kwiatkowska y Ricardo López Wilchis

:L RETO DE LA INGENIERÍA GENÉTICA 15

.as incógnitas del hombre y los sueños y recreaciones del espíritu
:ientífico: una reflexión filosófica 17
Francisco Piñón G.

Ética de los bionegocios, de la tecnología y de la ingeniería genética 27
Daryl Koehn

Patente de genes: ¿de qué hablamos cuando hablamos de patentar algo? 53
Camilo José Cela Conde

Una justificación liberal de la clonación 73
Rodolfo Vázquez

Organismos genéticamente modificados: la perspectiva ética 85
Celso Vargas

La bioética y la biotecnología 107
Gustavo Viniegra González

Los retos éticos de la ingeniería genética 129
Jorge Martínez Contreras

Desafíos éticos en los ensayos clínicos en países en desarrollo 139
Florencia Luna

CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN ECOLÓGICAS 151

Biodiversidad. ¡Divino tesoro! 153
Francisco F. Pedroche

Crear o recrear: algunas reflexiones en torno a la restauración ecológica..... 169
T. Kwiatkowska, Ricardo L. Wilchis

Implicaciones ecológicas y sociales de la bioingenieria:
un análisis desde el sur de Latinoamérica 187
Ricardo Rossi, Francisca Massardo

Restauración ecológica y reprodución del arte 209
Andrew Light

¿Haciéndole un bien a la naturaleza? Ecofilosofía
y la ética de la restauración ecológica 221
Sven Arntzen

Normas con sustento científico para la restauración ecológica 235
Baird Callicott

Desde el preservacionismo hasta la revolución verde y ecología
profunda: una aproximación a la nostalgia imperialista en ambientalismo
contemporáneo 245
Witold Jacórzynski

PRÓLOGO

¿Paradoja, panacea o la Caja de Pandora?

Teresa Kwiatkowska y Ricardo López Wilchis

¿Por cuánto tiempo puede sobrevivir nuestra civilización sin cambios radicales que aseguren la conservación de los paisajes naturales y la diversidad biológica? ¿Seguirán jugando el mismo papel la ciencia y la tecnología en las estrategias trazadas para la humanidad del futuro? ¿Podrán la ciencia y la tecnología sacar adelante los destrozos que se han cometido en aras del desarrollo de la humanidad? ¿Serán acaso ellas la panacea que ayude a resolver todos nuestros males y nos permitirán vivir en concordancia y armonía con la Naturaleza?

Estas preguntas aluden a algunos de los más difíciles retos que enfrenta la sociedad mundial a principios del nuevo milenio. Por todos es sabido que la destrucción de los recursos naturales ha alcanzado ya proporciones críticas. No obstante, las tendencias políticas y económicas actuales continúan poniendo en peligro la capacidad natural de la Tierra para adaptarse a las cambiantes condiciones ambientales.

La investigación y el control de los procesos que mantienen el equilibrio natural requiere de un arduo y permanente trabajo multidisciplinario para poder aprehender y comprender las razones en términos de datos y valores y, con base en ellos, ofrecer series de propuestas para los futuros procesos de toma de decisiones a este respecto. Desde el redescubrimiento de las Leyes de Mendel y la postulación de la Teoría de Darwin, la llamada "revolución genética" ha estado presente en argumentos científicos, discursos filosóficos y debates teológicos. Varias décadas después de los inicios de esta ciencia, en 1944 Oswald Avary, Maclyn McCarry y Colin McLeod descubren el ácido desoxirribonucleico (ADN). Nueve años más tarde James Watson y Francis Crieck abren el campo de la genética molecular al descubrir la estructura del ADN. Los avances

modernos permitieron que la genética y la biología molecular alcanzaran una formidable capacidad tecnológica, cada vez más efectiva, de modificar virus, bacterias, plantas y animales, los seres humanos incluidos.

En las últimas décadas el desarrollo acelerado de la biología molecular, la genética y la bioquímica han propiciado un enorme incremento de conocimientos sobre la vida y sobre los procesos que afecta a los seres vivos, lo cual tuvo como consecuencia el desarrollo de técnicas espectaculares de intervención sobre ellos. Junto a las técnicas tradicionales de la biotecnología y de la genética hoy podemos contar con una impresionante gama de tecnologías nuevas, como por ejemplo, clonación molecular de seres vivos, fusión celular, manipulación genética en las líneas somática y germinal, entre muchas otras, las cuales permiten manipular la materia viva y los seres vivos incluso en su construcción molecular más fundamental.

Por lo que respecta a niveles macro de investigación, también contamos con nuevas técnicas que permiten además de la reconstrucción del hábitat natural, la restauración ecológica e inclusive la modelación del paisaje. La manipulación de la Naturaleza en gran escala conforma una situación nueva, preñada de consecuencias trascendentales de orden social, político, económico, legal, ético y estético. Nunca antes se habían manipulado las bases de la vida y de la naturaleza como se empieza hacer en nuestro tiempo; e inclusive se vislumbra que éste es sólo el inicio y se espera ir aún más allá a principios del siglo XXI.

En este panorama, las acaloradas discusiones que en los últimos años se han generado en torno a la bioética (ética médica) y la ética ambiental parecen ser casi un juego de niños: ya no se trata de enfrentar una disyuntiva moral de destruir o causar un daño con el fin de, en la casi totalidad de los casos, mejorar la calidad de la vida humana. Ahora se trata de manipular a todos los seres vivos y a la Naturaleza en su esencia misma, en sus procesos reguladores.

El éxito del grupo escocés al clonar un mamífero a partir de las células de un adulto (Nature 385:810-813) ha dado lugar a una espectacular especulación en el periodismo científico y en la ciencia-ficción sobre las potenciales aplicaciones de la clonación en general, tanto en biología como para la conservación ecológica. Asimismo, volvió a abrir la Caja de Pandora de los debates filosóficos, éticos, sociales, económicos y políticos. Las ideas sensacionalistas, superficiales y frecuentemente equivocadas acerca de los avances de la biotecnología en el campo de la genética parecen fortalecer la idea de que la conservación de las especies en peligro de extinción es en el fondo un mero mito. ¿Para qué conservar las especies, las selvas y los bosques si podemos clonarlos o recobrarlos a partir de una molécula de ADN?

Desde hace ya muchos siglos, el ser humano ha tratado de obtener y mejorar plantas y animales con características adecuadas para hacer uso de ellos. Prácticamente la mayoría de los animales domésticos y las plantas cultivadas son "organismos

genéticamente mejorados". La diferencia con la genética contemporánea es que en lugar de aislar, cruzar y esperar los resultados, las actuales técnicas permiten introducir, bajo cierto control, los genes específicos responsables de las características deseadas y observar los resultados casi de inmediato. De modo que se puede hablar del cultivo y/o crianza a nivel molecular.

Habría que decir que la clonación no es ajena a la naturaleza. La reproducción clonal ocurre en varias especies de plantas y animales a través de medios vegetativos y apomixis. Las posibilidades que ofrecen las técnicas de clonar individuos de las células somáticas diferenciadas (y no diferenciadas) son enormes. Es palpable la posibilidad de clonar individuos de especies en peligro de extinción. Las técnicas de clonación ayudarían a la crianza de animales cautivos en zoológicos. Abren una opción futura más en la conservación de especies. La biodiversidad genética perdida *in situ*, en poblaciones aisladas, o disminuida, puede ser recuperada y/o restaurada. Sin embargo, se trata tan sólo de posibilidades. Todavía estamos lejos de alcanzar un éxito realmente significativo en este campo.

Cada una de las posibilidades mencionadas tiene sus limitaciones y riesgos, rasgos que la sociedad contemporánea frecuentemente ignora, y a pesar de la gran publicidad que se les ha dado últimamente, las nuevas tecnologías en el campo de biología no son una excepción. Los costos de los experimentos y la incertidumbre asociada con el desarrollo futuro de los individuos clonados y/o modificados genéticamente imponen fuertes barreras a la utilidad de estas tecnologías.

Se requiere seguir recopilando datos y ampliar las investigaciones; aún falta conocer en detalle y en profundidad la reacción de los OMG (organismos modificados genéticamente) y de clones en las condiciones controladas en los laboratorios, y desconocemos por completo su potencial impacto en el mundo natural. Una de las lecciones de los bancos de genes para la agricultura es precisamente su deterioro. Hay que "rejuvenecerlos" aproximadamente cada dos décadas y mejorar las condiciones de un almacenamiento adecuado. Otro aspecto a considerar es el desarrollo de tecnologías aún más refinadas y efectivas; baste señalar que en el campo de la reproducción animal asistida y en el estudio de las técnicas de criopreservación de gametos, en especial de espermatozoides, surge la liofilización (concentrado en polvo) como una nueva alternativa, al parecer más simple e igualmente o más efectiva.

La preocupación ética promovida por la clonación de los mamíferos es nueva y para el caso de la conservación y restauración ecológica concierne incluso al valor de la definición de lo natural, así como a los conceptos, paradigmas y métodos en uso de las prácticas conservacionistas. Frecuentemente, las imágenes catastrofistas se anticipan a un análisis racional de las tecnologías, sus consecuencias y sus alternativas.

El reto que enfrentamos en los tiempos por venir no es tanto la falta de las partes como la ausencia del sistema. En todo el mundo los hábitats naturales desaparecen a un

ritmo cada día más acelerado. Es ilusorio pensar que podemos recrear el todo a partir de fragmentos. Tampoco se puede aceptar *simpliciter* que las especies de un ecosistema pueden ser reemplazadas o restauradas a nuestro arbitrio y antojo si, de una u otra manera, se logra en el futuro hacer "revivir" las áreas naturales. La mayoría de quienes se ocupan de estos temas olvida la dinámica de la Naturaleza y la gran cantidad de procesos aleatorios que en ella se dan, procesos que por sí mismos son irrepetibles e irreversibles. En un sentido biológico estricto, no podemos restaurar o recrear a la Naturaleza, al menos por ahora. Podemos manipular algunos de sus aspectos, pero la gran mayoría aún rebasan nuestras posibilidades de acción.

Los problemas son incontables y cada día adquieren un mayor peso específico. Unos cuantos logros de crianza en cautiverio no garantizan la exitosa adaptación de estos animales a las condiciones naturales. Además, no sólo se trata de criar o de reproducir. Múltiples ecólogos han expresado también su preocupación por los cambios en la distribución de los organismos en el mundo natural. La mera existencia de bancos de genes significa más que el triunfo de la tecnología la derrota de la conservación *in situ*. Asimismo, la existencia de bancos de genes ha dado lugar a una seria controversia acerca de los derechos de la propiedad.

La aplicación de la ingeniería genética a los seres humanos promueve una serie de preguntas distintas. Una consiste, por ejemplo, en definir los límites morales de la terapia genética y su posible deslizamiento hacia la eugenesia. Otra responde a la creciente habilidad de detectar la eventualidad de desarrollar alguna enfermedad peligrosa. Ciertamente este conocimiento que debería en principio beneficiar a los individuos puede también invadir la privacidad y afectar sus vidas de manera desfavorable.

El discurso público —libros como el nuestro— la discusión pública de toda una variedad de beneficios y peligros potenciales, en pocas palabras la comprensión, la prudencia y la responsabilidad son lo que ofrece la oportunidad de evitar al máximo los riesgos. Contribuyen a que efectivamente se usen las tecnologías biológicas existentes para servir a las metas sociales y ambientales universalmente aceptadas, compartidas y para evitar, hasta donde ello es posible, que se les modifique o que arbitrariamente se impongan nuevas. El objetivo básico del libro que tenemos el orgullo de presentar es quizá el de plantear dudas e interrogantes que no pretenden concluir en una solución —puesto que ello sería algo desencaminado y desmedidamente pretencioso— sino más bien a proporcionar un marco de búsqueda y de formulación de posturas prácticas, responsables y cautelosas.

No podemos evitar todos los peligros. Los riesgos razonables de la introducción de los organismos modificados en los ambientes naturales son generalmente menores que los sugeridos en los discursos globales. Las tecnologías genéticas pueden hacer poco para evitar el mal que puede causar una mente desquiciada e irresponsable, deseosa por ejemplo de desarrollar letales armas bacteriológicas. Los problemas (sociales y

económicos) pueden surgir de los éxitos tecnológicos que nos entregan a los seres humanos lo que se ha perseguido por siglos —la eterna (y quizá vana) esperanza de una vida más larga.

Los editores somos incurables optimistas en relación con la idea de que es altamente probable que se obtengan grandes beneficios por el buen uso de las nuevas tecnologías; confiamos plenamente en la argumentación racional en el proceso de toma de decisiones. Las opiniones de los autores, expertos en sus respectivos campos, forman un abanico de ideas y, como podrá fácilmente apreciarse, difieren en relación con diversos temas de nuestra propia postura.

Vale la pena resaltar que la comprensión de los aspectos morales cambia no sólo de una generación en otra, sino de una cultura o simplemente de un lugar en otro, sobre todo en un mundo cada día más poblado y más (no mejor) comunicado. La prematura sugerencia de adopción de unas reglas fijas podría delimitar negativamente las posibilidades de las generaciones futuras.

Este libro está organizado del siguiente modo: La primera parte agrupa los trabajos científicos y filosóficos sobre ingeniería genética y sus posibles aplicaciones en los seres humanos. Contiene también capítulos en los que se discuten problemas éticos generales o abstractos de la ciencia y tecnología. La segunda parte está enfocada principalmente a examinar las posibilidades que con las nuevas tecnologías biológicas se abren para la conservación y la restauración ecológicas.

El dar a conocer los resultados de la reflexión teórica y el análisis de las leccione: que arroja la práctica a nuestro proyecto fue posible gracias al apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. También las autoridades de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa son acreedores de nuestro reconocimiento. Queremos, desde luego, agradecer a los autores su participación y paciencia. Y finalmente, estamos en deuda con los traductores Olga Martín, Jorge Issa, y particularmente con Alejandro Tomasini Bassols por su ayuda en diversas etapas de este trabajo.

EL RETO DE LA INGENIERÍA GENÉTICA

Las incógnitas del hombre y los sueños y recreaciones del espíritu científico: una reflexión filosófica

Francisco Piñón G.

En Filosofía, las preguntas del hombre sobre sí mismo son posteriores, en el tiempo, a las preguntas sobre la naturaleza. El cosmos era, en su inmediatez, su escenario natural y el objeto de sus primeros cuestionamientos. Se deslumbraba y extasiaba en un Universo que, por su misma arquitectura visual, invitaba a inquirir, primero, sobre lo que impactaba, primordialmente, la mirada de un hombre que no tenía, todavía, las preguntas típicas de la racionalidad occidental. Pero esa "racionalidad" la descubrió el hombre de la filosofía griega. Preguntaba, es cierto, en primer lugar, sobre la naturaleza, su constitución, pero también, de una manera mediata, se preguntaba por su *lugar* y su *significado* en el cosmos. Física y ontología se unían en los primeros filósofos griegos, pero también *descubrimiento* de la naturaleza y su relación con ella. En suma, una relación dialéctica: al interpelar a la naturaleza, al escudriñar sus secretos, el hombre, al mismo tiempo, vencerá sus temores a lo desconocido. La filosofía nacía no sólo por la natural "curiosidad" de los filósofos o por el *deseo de saber* que Herodoto usa refiriéndose a Solón y "conocer muchas cosas" como lo atestigua el fragmento más antiguo de Heráclito, sino, también, por ese espíritu de *osadía* por afrontar y asumir la sabiduría (Sophía), tal como lo expresara Pericles en atribución de Tucídides. La *filosofía*, al principio, era, en primer lugar, *ciencia*. Es decir, indagación, observación *por conocer*, por *dominar* una naturaleza que se presentaba parte esencial del mismo hombre, pero naturaleza que, al decir de Heráclito, se complacía en *ocultarse*.

Departamento de Filosofía, UAM-I, México

Precisamente, esa *desocultación* será la labor de la historia de la *ciencia*, que se confundirá también, con la *técnica* misma, y ambas serán frutos de la invención, de la innovación, del "descubrimiento", casual o calculado. Si enigma es, todavía, la aparición de la vida y del hombre mismo, enigma lo es, al mismo tiempo, la *naturaleza* de ese hombre que inventa, que construye instrumentos, que enfrenta lo desconocido en aras de una idea de *progreso*. Fue, es y será, la tarea de la civilización. Es el "espíritu" sin fronteras que no puede cristalizar las "evoluciones". Es ese poder técnico del hombre, del que hablaba Pierre Ducassé, en su *Historie des Techniques*, que transforma fuerzas y elementos y asegura el *Dominio* de tiempo y espacio como rubricando el precepto bíblico de transformar y conservar una *naturaleza*, en donde resplandece, perennemente la sabiduría. Es el *secreto* de la misma naturaleza, y del hombre mismo, y no tan sólo la pesimista *insociable sociabilidad* Kantiana, la que ha permitido a la inteligencia del hombre el irrumpir en las ciencias de la paleontología, la antropología, la etnología, para mencionar las primeras re-creaciones técnicas del espíritu humano. Tallar la piedra y modelarla, trabajar huesos de animales y maderas, era ya, en el Paleolítico, la señal de que el hombre era algo más que un simple constructor de *instrumentos útiles*. Por algo se pasó al período Neolítico. El *homo tecnicus* se trascendía a sí mismo y pensaba como el *homo sociatus*. El filósofo Aristóteles consagraría esa esencialidad al definirlo *Animal social*. La invención del fuego dio luz y potencia, avivando la imaginación y convirtiendo en mito su conquista.

El hombre forjó su propio *devenir*. No se quedó en la caza o en la pesca. Se inventó el *arte*, al modelar y adornar sus propios instrumentos. Cirugía y medicina (hallazgos para defender y prolongar la vida) con el uso de hilos y tejidos, el hombre primitivo iba modelándose a sí mismo y negando tal vez, la legendaria versión hobsiana del hombre como el *homo homini lupus*. Por lo demás, la hipótesis del filósofo Hobbes de una primitiva —y no tan sólo— situación de guerra del *bellun omnium contra omnes* no era más que eso: una hipótesis para justificar y fundamentar su concepción del poder. Pero el hombre, como se vio, inclusive, en este renglón de la *fuerza* de las "Leyes naturales", trascendió y superó su mera *coactividad* hacia una sociedad de *consenso* y *derecho*. Por lo menos en la "formalidad" de la ley.

Pero el hombre, en el terreno de la ciencia y de la técnica, tuvo su propio y específico itinerario de innovación, curiosidad y audacia. Fueron sus prerrogativas. En primer lugar, en lo que se ha considerado erróneamente la "proto-historia", en el terreno de la agricultura, el espíritu de iniciativa no se detuvo en los focos de civilización del Nilo, la Mesopotamia, el Río Amarillo y las orillas del Indo. La necesidad de encausar las aguas creó la "necesidad" de la hidráulica. Fuego, madera, metal y energía humanas se coludieron y dieron lugar al arte y ciencia de los egipcios. El cobre no se modeló a sí mismo en la Mesopotamia, ni el bronce de los Sumerios hubiera producido sus primeros artefactos sin la imaginación de las *aleaciones*. Cierto que el carro tirado por un caballo

fue, en primer lugar, un instrumento de guerra. Pero también, antes, en Asia, le antecedió la invención de la rueda, eje de la técnica moderna. ¿Qué sería la ciencia arquitectónica moderna, o el arte renacentista, si no hubiésemos contado con la tradición técnica de egipcios y mesopotamios? El descubrimiento del hierro produjo también, un imperio Sirio y en este la herencia de las culturas sumerias, egipcias y babilónicas. Y después, cuando Persia dominaba el escenario de la técnica y de la guerra, empezaba a nacer el genio griego. Fue el pueblo helénico el creador del pensamiento racional. Le dio a la técnica, que era antes sólo experimental, sus fundamentos científicos. Con los griegos, la técnica se convertía en *ciencia*, no en meras realizaciones casuales y heterogéneas. De la geometría nacería la arquitectura helénica, de la misma manera que del pensamiento puro nacería el arte y las matemáticas. Y su aplicación la tenemos a la vista en la Acrópolis, el Partenón y los famosos templos de estilo dórico, jonio y corintio. El primer túnel, que sepamos, se construyó en la isla de Samos por obra de razonamientos geométricos. El hombre griego no solamente contemplaba su cosmos: hacía ciencia astronómica y construía barcos, ciudades y constituciones. Homero y Pericles, representantes de la literatura y la política, ya admiraban la industria textil y la cerámica. La metalúrgica griega sería el soporte de la civilización del poder del mundo helénico. El espíritu griego era, ante todo, el *espíritu* hecho *ciencia*. Cierto que la técnica griega se quedó mucho en artesanía y que el pueblo helénico prefirió la Reflexión Filosófica a las realizaciones técnicas porque subrayaba la *contemplación*. Pero fue el creador de una Forma de *Racionalidad*, de una metodología de *medios* y *fines*, que harían posible muchas de las futuras formas de la modernidad. El sentido de la *armonía*, del *equilibrio*, de la *medida*, serán frutos de la inteligencia griega y se expresarán posteriormente, en el arte de la arquitectura y en el *arte*, también de la *Política*. Por algo los griegos tuvieron noción de la *totalidad* y, por consiguiente, del peligro del predominio o exageración de las *partes*. O sea, no tomar a las *partes* por el *todo*. Intuyeron los "dominios" de todos los *totalitarismos*. Pero fue resultado de su misma re-creación de su *espíritu científico*. Por esa racionalidad helénica empezamos, tal vez, a sospechar los peligros de esa *racionalidad meramente instrumental* de una técnica que no pudo conciliar imaginación, mecanicidad y equilibrio en las formas.

Pero Grecia, que incubó en la conciencia de Occidente los principios de la contención, incluyendo la crítica a las desmedidas "extensiones" del poder, supo crear una dinastía intelectual que se retrató en su *Academia*, en sus filósofos y artistas. Heredaba de los egipcios el empirismo de los faraones, la experiencia arquitectónica y agrícola, mientras Grecia añadía el cálculo racional, la geometría, la cartografía y la astronomía. La fenomenología histórica aportaría, como fruto de estos escenarios, la tragedia y la épica de un Sófocles o de un Eurípides, el drama de un Esquilo, la comedia de Aristófanes. La racionalidad griega, ya con estos antecedentes, podría echar los cimientos de su Ciudad-Estado y, de ahí en adelante, sus acentos de modernidad. La *polis* griega

preparaba la *Romanitas*. Roma, la imperial, se surtirá de arte y sabios griegos, de la misma manera que importaba el urbanismo de Alejandría. No podemos negar que su *idea de Imperio* no se llevaba bien con el *saber teórico*. Tal vez por ello su pronta decadencia. El Imperio sería reemplazado, aun en su concepción universalista, por la Edad Media. En esta edad *intermedia* maduraría la idea de *comunidad*, de pueblos y razas, que se consolidaría en la nación de Europa como *Casa Común*.

En los primeros siglos del Medioevo, especialmente en el primer tercio de ese largo período que va desde la caída del imperio romano hasta la toma de Constantinopla, no se vislumbra ningún espíritu de invención. Entre el siglo IV y el X solamente la guerra y la arquitectura puede ofrecer una práctica técnica. Pero es el *espíritu religioso*, no precisamente el científico, el que crea el sumo arte medieval: *la Catedral*. Eso sí, se creó el silogismo escolástico y una arquitectura intelectual que hizo posible el *sentido de comunidad*, el *homo faber* del *ora et labora* tan necesario a la ya próxima edad moderna. Y, sobre todo, la gran institución que albergaría y cultivaría los saberes y las recreaciones de todos los tiempos: *La Universidad*.

Pero la Europa medieval no era *todo* el Medievo. Existía, también, y como innovación en el terreno de la ciencia, las tradiciones culturales del Islam, de la India y de la China. De Asia nos vino la utilización del papel y el arte de la impresión. De los pueblos árabes supimos de los fundamentos de la astrología, el álgebra, la astronomía. La química, la anatomía, la terapéutica, como el arte de fabricar bombas, péndulos y molinos, desecar terrenos, dieron lugar a un acervo cultural que aprovecharía muy pronto la ciencia renacentista. Bizancio, Venecia y Jerusalén no sólo fueron objeto de cruzadas o disquisiciones teológico-filosóficas. Por ellas nos llegaron las técnicas y los movimientos culturales de los pueblos antiguos que harán posible, posteriormente, la gran cultura de la vieja Europa, aquella que inspiraría *De Docta Ignorantia* de N. de Cusa y su filosofía de valorar el mundo como el *deus creatus*. El mundo moderno nace con esa inversión: el *sujeto* es, ya, el *mismo hombre*, en su mundanidad y terrenalidad. No solamente es el estudio del cosmos. El hombre no solamente se ha vuelto importante, sino se ha convertido en el *sujeto natural* de un mundo también considerado como *natural* e *histórico*. El hombre es su propia historia y el estado es obra de sus manos. Es su *obra de arte*. Este y no otro es el principio moderno del *nuevo espíritu* con que inicia la modernidad. Es, además, la nueva actitud filosófica que inaugurará la Filosofía de Descartes y, antes, la nueva visión de la ciencia política de la Maquiaveliana *verità effettuale della cosa*: o sea, perseguir la *verdad efectiva* de un mundo que ya no se consideraba guiado por la *Providencia* sino más bien, por el hombre mismo. Había nacido, pues, con el Renacimiento, el *espíritu de iniciativa*, pero ya espíritu *laico* y *secularizado*. Ya podía aparecer, por lo tanto, la *ciencia nueva*. La lógica escolástica iba desapareciendo al mismo tiempo que empezaban nuevas categorías del *método científico*. Lorenzo Valla, Luis Vives, Petrus Rames, Giacomo Zarabella, Pico della

Mirandola y, sobre todo, Galileo, son los nombres que prepararán la nueva ciencia exacta y la nueva concepción de la naturaleza. La inaugura Paracelso con su interpretación de la relación del microcosmos con el macrocosmos, dando un nuevo valor a lo específicamente natural. Es el viraje del "mundo grande al mundo de lo pequeño" lo que abrirá las puertas a la nueva ciencia médica. Es el nuevo espíritu de examinar todo lo "visible" por medio del nuevo concepto: el *experimento*. Es la teoría del conocimiento de Girolamo Fracastoro con su teoría de la *percepción* que parte de lo particular equiparando los conceptos de espacio y figura, número y magnitud. Al igual que Telesio que se desembaraza del antiguo método deductivo e inicia en sentido opuesto al proceder de la física, de ahí a la fisiología y a la psicología: *De las cosas hacia las cosas*. Será, también, el defensor de la libertad de la investigación científica, el autor de *La Ciudad del Sol*, Campanella, que gustará leer el libro de la Naturaleza a partir de la *inducción* tan necesario en la futura ciencia moderna. De la misma manera que Leonardo, el artista y científico, abrirá el camino de la nueva metodología con sus conceptos de *experiencia* y *necesidad*, aliándose con la "certeza" de los *matemáticos* y la utilidad de la *mecánica*. No será extraño, por lo tanto, que Galileo se haya atrevido a abandonar en sus investigaciones el antiguo concepto de *materia*, muy "metafísico", según él, por el más móvil y dinámico concepto de *mecánica*. El filósofo Hobbes escandalizaría a su siglo con sus atrevidas consideraciones sobre *extensión* y *movimiento* al aplicarlos al *cuerpo* y al *hombre* (*De homine*) y querer aprisionar las *pasiones* en su frío y racionalístico *Leviathán*. El *espíritu científico* se volvía rebelde con Spinoza, desplazando a los dioses de su cielo y abogando por un *naturalismo* que propiciaría el futuro auge de las ciencias naturales a partir del siglo XVIII. Europa, en particular, ya estaba preparada mentalmente para innovar en todos los órdenes. Si ya, desde antes con Copérnico, se había cambiado un *Ordo mundi* y se hizo posible una "revolución científica" que concluyó con el Descubrimiento de América, se inició, al mismo tiempo, ese devenir histórico del espíritu que haría factible, del siglo XVI en adelante, los descubrimientos del péndulo doméstico, los símbolos algebraicos, la conducción de aguas por bombas, el torno de hilar, la máquina de tejer. Es decir, todo un sistema de principios y metodologías que la naciente industria ejemplificaría en su noción de *progreso*, de *optimismo*, y que los economistas y filósofos consagrarían encerrando ese *espíritu* en el económico concepto de *utilidad*. La *ciencia moderna* pasaba a ser una ciencia de artefactos, al igual que la filosofía pugnaba por conseguir el ideal de Bacon de convertirse en un instrumento para la "industria intelectual". Es el espíritu cartesiano de convertir toda verdad *probada* y encerrarla en *números*, *movimientos* y *figuras* el que haría realidad la fe en el progreso científico de un Condorcet y *alimentaría* los sueños y las utopías del siglo XVIII por conquistar un *orden social* casi parecido al *Ordo naturalis* de los enciclopedistas. Es Helvetius y Bentham, Morelly y Mably, unidos a los nuevos "positivistas" que soñaban con dominar a la naturaleza y moldear el

continente de lo social con los paradigmas del método científico. Comte y Saint-Simón serán los nuevos profetas con todo y su *Catecismo Universal* y *Filosofía positiva* los que enarbolarán los nuevos caminos de la ciencia soñando con un imperio universal de leyes, de cánones, de paradigmas científicos, que prepararán la filosofía de la tecnología ingenieril (como huellas modernas de Newton). Ese espíritu técnico, casi con aliento calvinista, irrumpió en los escritos de un Timothy Walker (1802-1856) en la técnica como proyección de los órganos de un Ernst Kapp (1808-1896), con su filosofía de la tecnología y, sobre todo, en las figuras de P.K. Engelmeier y Friederich Dessauer que aterrizarían una filosofía y tecnología como proyección de lo divino, casi igual que una *experiencia religiosa.* Unión, pues, de ciencia y filosofía, vivida como si fuera una *misión* y una *creencia*, como si el espíritu científico cumpliese un mandato divino: de ir y revolucionar la naturaleza y cambiar el paisaje, el natural y el social. Esta fue la *forma mentis* de la filosofía del racionalismo ilustrado típico del optimismo de la ilustración europea, la que hará posible, entre otras cosas, la Revolución Francesa y Americana.

Ante el panorama anterior, es lógico que el *espíritu científico* creyera que su sueño milenario por *dominar* la naturaleza ya se estaba cumpliendo. *Prever* y *Dominar*, como decía la *Science Experimentale* de L. Bernard en 1911. Sin esta fe o creencia Karl Friederich Gauss no hubiera sido el más grande matemático de Europa, como lo pensaba Laplace, avanzando en su organización definitiva el cálculo infinitesimal de Newton y Leibnitz. Es esa misma fe en la "misión" de la ciencia, la de Tycho Brae, Copérnico, Newton, Pascal, la misma que floreció con el físico, matemático y filósofo de la ciencia, el "príncipe de los geómetros", Jules-Henri Poincaré (1854-1912). Es Poincaré, "el Laplace del siglo xx", el que no quiso encerrarse en los moldes de una ciencia mecanicista y el mismo que no vió contradicción, por ser dos campos diferentes, entre *ciencia* y moral. Sabría que el pensamiento tenía más alas que la razón. Esta era la línea de inspiración científica para matemáticos que ya antes había seguido José Luis Legrange (1736-1813), el émulo de Newton, o el genio de Evariste Galois (1811-1832) o el maestro de las geometrías no euclidianas George-F.B.-Riemann (1820-1866).

En el mundo de la astronomía aparecen dos luminarias: Laplace y Le Vernier. Laplace (1749-1827), tras los análisis de Newton, no desarrollaría una ciencia enteramente nueva como Galileo, ni daría a los matemáticos sus principios o extensiones como Descartes, ni ampliaría al ámbito celeste la dinámica de Galileo como Newton, pero sí profundizó toda ciencia en su *Exposición del Sistema del Mundo.* Como escribió Fourier en su *Eloge Historique de Laplace*, éste parecía nacido para *redondear* la ciencia del cielo. Pero esto pudo ser posible para quien no se detuvo en las hipótesis de Newton. Por lo que respecta a Urbain Le Verrier (1811-1877), "La personificación misma de la astronomía" al decir de J.B. Dumas, removiendo fórmulas en su escritorio será el descubridor de Neptuno, impulsará la creación de la telegrafía meteorológica y le daría a los cometas su propia historia. De nuevo, el espíritu de exploración en todas sus dimensiones.

Es imposible, en este espacio, dar cuenta de los hombres y mujeres ilustres que movidos por la pasión del espíritu científico removieron teorías y principios antiguos y ofrecieron a la ciencia del siglo XX su actual arquitectura. En las ciencias exactas, como en las ciencias de la vida, no se puede sino notar la búsqueda y la innovación de una experimentación que sólo es comparable a la pasión demoniaca de la poesía. Pasión demoniaca pero, en los científicos, sin el freno que Baudelaire exigía para contener los posibles "excesos" de la inspiración. En esta gesta desfilan los nombres de Sadi-Carnot, Verdet, Macquorn Rankine y Peter Guthrie Tait. La máquina de James Watt (1736-1819) y la Locomotora de G. Stephenson y Marc-Francois Seguin serán el inicio de una revolución científica aplicada. La teoría de la luz será re-creada por dos genios: Young y Fresnel. Por ellos se iluminaría la ciencia con la teoría de las ondulaciones y empezaría la óptica moderna. El campo estaba abierto para los físicos de la luz: Fizeau, Coucault, Maxwell, Max Planck, Volta, Ampére, Faraday, fueron los que, en medio de ratificaciones y, sobre todo, *rectificaciones*, y sin contar con grandes herencias específicas del pasado, abrieron e innovaron los horizontes que latían en el *De Revolutionióus orbium libri sex* de Copérnico y en el de los *Philosophiae Naturalis principia mathematica* de Newton. Más que el *espíritu* de la *ciencia*, se nota en todos ellos una *fe* casi *religiosa* en ese insaciable intento por descubrir los secretos de una naturaleza que a ellos se les presentaba como casi sacral. Basta mencionar, por ejemplo, en los inicios de la que se ha llamado la *teoría* atómica, a Antoine-Laurent Lavoisier, fundador de la química moderna, de donde salió la *hipótesis atómica* de John Dalton. Sin ese ardor hacia la ciencia no se hubieran conocido las teorías moleculares en la comprensión y previsión de los fenómenos químicos. Atomicidad, química orgánica y física, termoquímica y fotoquímica, tuvieron como precursores a quienes profesaban casi un fervor místico por dominar lo incognocible, avivados por una moral austera estilo Copérnico, Locke o Newton. No fue extraño, por consiguiente, que sus ejemplos de búsqueda e investigación por admirar y desnudar los contornos de una naturaleza fuesen seguidos por Guvier, Lamarck, Geoffroy de Saint-Hilaire en el campo de las ciencias naturales. Muchos se sentían que estaban completando la obra de la creación. A veces, sin sospechar siquiera los peligros de sus inventos que podrían transformarse en "*instrumentum mortis*".

Pero en este breve, incompleto y lacónico recuento, no podía faltar un nombre que sintetizó la cúspide del espíritu innovador: A. Einstein. Intentó, cual moderno Platón o Giordano Bruno, abarcar con su comprensión científica la *totalidad* del universo: No solamente los infinitos campos gravitacionales y electromagnéticos del espacio, sino, al mismo tiempo, el mundo infinitamente pequeño del espacio atómico. Prosiguió las preguntas de los físicos que pasaban del aristotélico *por qué* al *cómo* Newtoniano. Pero sin quedarse aprisionado en la concepción mecanicista del cosmos. Por eso supo superar a Newton y, en esa medida, con su *teoría de la relatividad*, estar cerca de las

intuiciones platónicas que consideraban al cosmos como un *gran animal*, vivo y divino. Einstein intuyó el Universo como una gran melodía, cuyas notas debían confrontar, no la primera con la segunda, sino la primera con la última, como en una composición surrealista en matemáticas. La "realidad" para Einstein no la explicaba la *máquina* de Newton, sino, también, las sutilezas de algunos filósofos donde el conocer la *objetividad* no es sino el recrear o el intuir un mundo en donde la ciencia trabaja, también, con lo imaginado. Así como la filosofía no quiso quedarse encerrada en el mecanicismo naturalista del siglo XVII y el XVIII y se refugió, soltando su espíritu, en el idealismo filosófico, así, de la misma manera, la ciencia se atrevió, con Max Planck, a no verse aprisionado en las explicaciones mecánicas. La abstracción matemática del universo fue su escape. Einstein llevó la teoría de los *quanta* de Planck a su perfección con sus *quanta* discontinuos. Supo derribar "la autoridad" de los ídolos. De la misma manera que los defensores de la teoría corpuscular u ondulatoria arriesgaban sus hipótesis en contra de un plausible carácter dual de la luz que pareciera encerrar los misterios del universo. Recordemos a Luis de Broglie con su sistema de ondas para explicar el "comportamiento" de los electrones o al físico vienés Schroedinger, en su "mecánica de ondas", aglutinando a protones y electrones. O, también, a Heinsenberg y Born, físicos alemanes que nos presentarían una dialéctica (como la hegeliana) cuando nos presentaban los fenómenos cuánticos en función de partículas o en función de ondas. Total, una paradoja. Tal vez la imposibilidad de representar en una sola línea, como un positivismo mecanicista en filosofía, un universo que, como el hombre, no puede encerrarse en una sola causación, porque tiene, también, una explicación *etiam mechanice* y *non tantum mechanice*. Tal vez Hobbes en su *De corpore*, en sus posibles *rectificaciones, hubiera admitido el principio de incertidumbre* de Heisenberg. Einstein, como los filósofos griegos y medievales cree en el *orden* y *armonía* del universo, pero concebido no dentro de *quantum mecanicista, more geométrico*, al estilo del filósofo Spinoza, sino en una física cuántica en donde Dios, tal vez, "pueda jugar a los dados con el mundo". Pero si no sabemos lo que Dios hizo, al fin de cuentas, con las "leyes" de la naturaleza, Einstein sí se atrevió a "jugar" con los dados de su *teoría de la relatividad*. Einstein sería el Kant de la física cuántica. Los filósofos newtonianos estudiarían al *mundo-mundo*, mientras los einstenianos al mundo *como relación sujeto-mundo*. Así como la "objetividad absoluta" no existe, de la misma manera, según el atrevimiento de Einstein, no existe el movimiento absoluto. En conclusión, un descubrimiento devela un misterio. Pero abre, también, otros misterios. El hombre siempre intentará abrir puertas y ventanas, aunque, tal vez, lo mejor lo tendría al detenerse en el abrir de las primeras. Tiene razón el sabio y científico Henri Poincaré: "Los que no creen que las leyes naturales deben ser simples, están todavía obligados a menudo a hacer como si lo creyeran". Poincaré sabía, por lo demás, como lo pensaba Fresnel, que, después de todo, la naturaleza se divertía con las dificultades analíticas.

Pero, también, los científicos se tienen que atrever a jugar y a divertirse con la "artificialidad", como lo sostenía Le Roy, de las "leyes" de la ciencia. Como lo atestiguaba el aforismo de Poincaré: ¡un tratado de fisiología de la digestión no puede reemplazar una buena comida!

Por lo demás, ese espíritu de *recreación* del espíritu científico ha sido la constante del devenir histórico. Casi como espíritu religioso expresado en una *ley eterna de la naturaleza humana*, tal y como lo describiera Renán, el autor de *El porvenir de la ciencia*. Creo que esa línea, de constatar la perenne evolución del espíritu científico, sin caer en una concepción filogenética, eminentemente naturalista-materialista, hizo posible que el científico-filósofo Lecomte du Noüy escribiese *El porvenir de la ciencia* (1941), el famoso alegato para defender, en contra del monismo materialista, la victoria final del espíritu humano. Sus razonamientos matemáticos no le impidieron escribir sobre "*La dignidad humana*". Tal vez se vio influenciado por la fe del vicario saboyano de Jean-Jaques Rousseau cuando afirmaba que la duda sobre lo que nos interesa conocer es un estado demasiado violento para el espíritu humano, por tal motivo no lo resiste mucho tiempo y, a pesar suyo, de una manera o de otra, prefiere equivocarse antes que no creer en nada. El mismo caso que Alexis Carrel, el autor de "*La incógnita del hombre*". Creo que Lecomte du Noüy y Carrel se acercarán más al transformismo, en la simplicidad e imperfección de la naturaleza de Lamarck, que al finalismo determinista de un Cuvier. Tiene razón la irónica frase de Whitehead, consignada por Lecomte Du Noüy en *El porvenir del espíritu*, de que los sabios que persiguen la finalidad de demostrar que su existencia carece de finalidad, constituyen un interesante objeto de estudio: El sabio que así procediese, sin finalidades, vería cortarse el mismo espíritu de invención. El determinismo vitalista, puramente mecanicista, negará los "problemas de escala" de los que hablaba, de nuevo, Lecomte de Noüy en su *L'Homme devant la Science*. La vida del hombre, lo sabemos por las "limitaciones" antropológicas ya desde Spinoza y Hobbes, no es una simple locomotora a vapor o un paralelogramo computarizado. Las leyes fisico-químicas tienen al fin que vérselas con el demonio de Maxwell o con el indeterminismo de Heinsenberg. El hombre, lo sabemos, no se guía tan sólo por instintos o reflejos condicionados, sino también por la *inteligencia* que, como afirma Henry Mavit es "el conocimiento innato de posibilidades de acción". Y esta acción del hombre escapa a la pura evolución genética como lo reconoció el autor de *El origen de las especies*.

El *homo sapiens*, por ser tal, no ha sido un puro cazador de fieras salvajes. También sabe disfrazarse de animal, imitar sus gestos y bailar. Por eso "progresa". A veces, por desgracia, para caer, como lo pensaba Croce, en nuevas barbaries. El hombre cazaba y, al mismo tiempo, al decir de Schmidt, recreaba su mundo con la "magia de la caza". La misma existencia de las ideas morales, desde la antigüedad, marca el principio de la evolución espiritual del hombre. Por eso, afortunadamente no podemos hablar, tan

sólo, del progreso de *una* civilización, sino, más bien, de las *diferencias* de las diversas civilizaciones. De la misma manera que no podemos hablar de La Decadencia de Occidente, remitiéndonos a Spengler o Toynbee, sin preguntarnos de cuál *racionalidad* de la cultura de Occidente se trata. El hombre no siempre se avergonzó de verse desnudo, pero tampoco no se quedó en el fetichismo, animismo o mamismo, sino que supo trascender sus propios actos. El sueño y la utopía no necesariamente tienen que pelearse con el método científico de Kepler, Copérnico o Galileo. Jules Lachelier exactamente se contaba entre quienes no quisieron abandonar ni a Darwin, ni a Moisés.

Pero, después de todo, no basta el solo progreso técnico o científico. El hombre quedaría encerrado en una inmensa telaraña. No vemos, por lo demás, la supresión de las máquinas prevista por Samuel Butler, ni hemos asistido a la utilización de los reflejos condicionados que Aldous Huxley nos describiera en *The brave new world*. Pero siempre nos queda la única carta válida del humanismo: el hombre puede seguir soñando. De hecho, en la historia de la investigación científica siempre lo ha hecho, aunque como Hegel lo dijera de los fenómenos religiosos, a veces, esa misma ciencia nos haya hecho extraños aun a los sentimientos religiosos. Pero tal vez, como Poincaré lo decía en su *Filosofía de la Ciencia*. No era verdadera ciencia o no auténtica expresión religiosa. Recordemos en este renglón a Teilhard de Chardin en donde *El medio divino* lo constituye, precisamente, la edificación y recreación del cosmos. Influencias, seguramente, de Ficino y Giordano Bruno. Para Teilhard, Energía y Pensamiento, Hombre y Evolución es parte de un proceso creador en donde todo el cosmos no es sino el *Theatrum Gloriae Dei*, de acentos cusanos y calvinistas. No es extraño, pues, que en *La vie cosmique* identifique soteriología con cosmología y hacer *ciencia* es, al mismo tiempo, construir la agustiniana *civitas dei*. Hacer ciencia era para él, al mismo tiempo, hacer investigación. Y con una virtud dominante: *la inquietud*. En la investigación científica, como en el parto de la creación artística, siempre estarán presentes los *demonios* del espíritu de Baudelaire: el fuego que nos arroja a lo profundo del abismo o al fondo de lo desconocido para intentar algo nuevo. La ciencia, como el arte, siempre nos legará una pregunta o nos dejará una nostalgia.

Ética de los bionegocios, de la tecnología y de la ingeniería genética

Daryl Koehn

Cuando pensamos en la ética médica o en la ética de los negocios, normalmente nos preguntamos si se respeta la dignidad y la autonomía de los pacientes y los tenedores de acciones. Los filósofos morales han dedicado una gran cantidad de energía a mostrar de qué modo ciertas prácticas (tales como el consentimiento de quien cuenta con información pertinente, la protección de la historia clínica de los pacientes, el hecho de hacer sonar un silbato) fomentan o dañan las relaciones personales sanas. Mi tesis es que estos análisis, bien que a veces penetrantes, no abordan la cuestión medular: ¿Cuál es el significado de la acción en una época cada vez más dominada por la tecnología?; ¿es legítimo limitarse a aplicar un conjunto de categorías éticas consabidas (por ejemplo, los costos y beneficios utilitaristas o la idea kantiana de respeto por las personas) para evaluar buenas y malas prácticas en medicina o en los negocios? En este artículo sostengo que este tipo de ética aplicada pierde de vista totalmente las cuestiones éticas —que son de mayor envergadura— suscitadas por el hecho de que nuestras prácticas (incluyendo las propias de la medicina, que hoy en día es más un bionegocio que una profesión) han adquirido un carácter completamente tecnológico. La tecnología, por su propia naturaleza, modifica nuestras prácticas y nos transforma a nosotros mismos. Más todavía, nos metamorfosea de modo tal que perdemos la capacidad de juzgar tanto acerca del significado como de las consecuencias de esta transformación.

En este artículo se examina la transfiguración que la tecnología provoca en nuestras prácticas, centrando la atención específicamente en medicina e ingeniería genética.

Center for Business Ethics, University of St. Thomas, Houston, Texas. La traducción es de Jorge Issa.

Sostengo que la terapia y el monitoreo genéticos; el desarrollo de microbios, plantas animales creados merced a la manipulación genética; así como la capacidad de alter los genes de la línea celular germinal humana, tienen todos un carácter tecnológico. mayor peligro ético que estos avances comportan no reside en consecuencias particular tales como una pérdida de biodiversidad o el riesgo de que las compañías asegurador marginen de su cobertura a quienes en pruebas clínicas han demostrado que propend a padecer ciertas enfermedades. La amenaza mayor reside en el modo como la tecnolog está minando nuestra capacidad de evaluar críticamente el significado de estos supuest avances genéticos y su efecto en la manera en que nos vemos a nosotros mismos.

El artículo tiene dos partes. La primera esboza dos concepciones radicalmen distintas de técnica, arte o *tejne* que datan de la época clásica: la concepción tecnológic y la profesional. Ninguna de ellas es moralmente neutra. La visión tecnológica, la m inquietante de las dos, es la imperante. No debe verse a la tecnología como el conjunt de los aparatos modernos, ni aun identificarla con el proceso de automatización. S entiende mejor a la tecnología como el triunfo de la invención sin restricciones. L segunda parte muestra cómo y por qué la invención irrestricta está llevando a médico investigadores y otros profesionistas a tomar decisiones con menos deliberación y menc cuidado. En consecuencia, colectivamente estamos perdiendo sensibilidad a gran part de la dimensión ética de nuestra vida y nuestras acciones. Aunque pensamos que somo libres de usar la tecnología bien o mal, en algunos aspectos estamos descaminados. L tecnología se sirve de nosotros cada vez más, al mismo tiempo que pensamos que l estamos utilizando libremente. Este artículo es un modesto intento de llamar nuestr atención sobre las formas en que la tecnología está transformando nuestra vida y e efecto que tiene en nuestra capacidad de percibir y juzgar el significado y la consecuencias de nuestros actos.

Parte uno: Dos ideas distintas de técnica o arte

Para apreciar qué es lo que se halla en juego en el triunfo de la tecnología en medicin y otras prácticas, es necesario percatarse primeramente de que existen dos concepcione distintas y opuestas de la noción de técnica: la tecnológica y la profesional. El enfoqu tecnológico considera que toda técnica o habilidad es básicamente buena en término éticos. Esta visión en pro de la técnica se remonta al filósofo griego Protágoras, el cua concebía a la *tejne* o técnica como una forma de invención humana pura destinada contribuir a la superación de las deficiencias humanas. Puesto que nuestra técnica no permite sobrevivir, el arte debe ser esencialmente bueno. Inventamos la arquitectur para construir casas y el tejido para manufacturar ropa porque, a diferencia de lo animales, no poseemos una gruesa cubierta de pelo que nos proteja. Los primero hombres inventaron las armas como un modo de compensar su relativa falta de defensa

naturales como podrían ser un gran tamaño, un par de cuernos o una gran velocidad. Hombres y mujeres podían servirse de lanzas para matar a algún animal que los atacase o bien para cazar una presa, y también podían manejar herramientas para trabajar la tierra. La tecnología no es una simple ayuda. En esta perspectiva, nuestra capacidad de inventar es ella misma definitoria de lo que significa ser humano y no un animal gobernado por el instinto.

Este primer modelo de la técnica o arte postula una aptitud *ilimitada* para inventar. Tal capacidad sólo se halla restringida por lo que podemos concebir. La *tejne* no es otra cosa que una cierta previsión sagaz. En tanto somos capaces de prever que moriremos en caso de no alimentarnos, buscamos animales que matar. Como podemos anticipar que probablemente nos irá mal en un combate con animales grandes, se nos ocurre crear armas que pueden ser arrojadas a distancia y penetrar la piel del animal. Así, pues, inventamos las lanzas.

El segundo modelo también trata al arte como algo éticamente bueno en esencia, pero no considera que toda técnica sea artística. El arte es éticamente bueno porque es (y sólo en tanto sea) una forma de técnica *constreñida*. El principal defensor de este punto de vista es Aristóteles.[1] Las artes, a diferencia de las acciones, son productivas; esto es, culminan en un producto que existe separadamente de su hacedor. El héroe es un gran actor pero no un verdadero artista: sus valerosos actos no existen en forma separada de él; y cuando muere, ya no puede seguir actuando valientemente. El que manufactura ropa o coches, en contraste, es un artista porque produce algo (un suéter o un automóvil) que muy bien podría sobrevivirlo. El médico también es un artista, pues trabaja con su paciente para producir salud en el cuerpo de éste. En esta segunda visión, el carácter moral de un arte se deriva de la cualidad de la cosa producida. El verdadero artista y técnico éticamente bueno es capaz de revelar algo de lo que significa ser humano al mismo tiempo que revela por medio del producto qué clase de cosa es una computadora, una mesa, un cuerpo sano o una tragedia.

No cualquiera que posea una habilidad califica como verdadero artista. Un ladrón astuto con habilidad para sustraer carteras de los bolsillos de otras personas quizá sea previsor pero no es un artista pues no produce nada. Tampoco el maestro de obras con capacidad o habilidad para armar una casa falsamente bien hecha es un verdadero artista o técnico. El buen y genuino arquitecto es sensible a los deseos y necesidades de los futuros moradores de la casa. Frank Lloyd Wright poseía un gran arte porque sus casas nos recordaban que nuestras viviendas se encuentran en la naturaleza y están hechas de productos naturales. Cada casa ponía de relieve esa compleja simbiosis entre los humanos

[1] Si bien concuerdo con algunas partes de la crítica que Martin Heidegger hace a la tecnología, discrepo de la afirmación de que la tecnología se originó con Aristóteles. Heidegger no distingue adecuadamente entre las dos nociones de *tejne* que conocían los griegos de la antigüedad.

y su ambiente. De manera similar, el buen médico (el que posee un arte) comprende la salud y todos sus esfuerzos están dirigidos a desarrollar técnicas que promuevan auténticamente la salud de sus pacientes. El producto —la salud— gobierna y regula su técnica. No se propone aprender o inventar otras prácticas tales como algún modo de matar pacientes de un plumazo. Métodos como éste no forman parte de su técnica médica. Casi cualquiera podría matar un paciente. La genuina técnica médica exige entender qué significa que los seres orgánicos funcionen en plenitud de sus potencialidades.

A diferencia del primer modelo, el segundo —el concepto profesional del arte— no concibe a la *tejne* como mera perspicacia. La persona sagaz es capaz de fijarse una meta y luego, sin importar cuál es, imaginar modos de alcanzarla. Una persona así no está muy interesada en descubrir el significado de tal meta; sólo quiere llevarla a cabo. El auténtico dueño de un arte, sin embargo, es capaz de no limitarse a aplicar su ingenio para crear algún producto o producir un estado de cosas. El verdadero técnico puede descubrir o revelar en parte el significado humano de su producto.

Parte dos: El triunfo de la tecnología y sus consecuencias adversas para el juicio

Estas dos concepciones del arte —el modelo tecnológico de la invención irrestricta y el modelo profesional de la invención constreñida— mantienen una tensión entre sí. Es claro que el modelo tecnológico sale mejor librado. Su triunfo se evidencia *1)* en nuestra idea corriente de la tecnología, *2)* en el surgimiento del experto y *3)* en el uso extendido del término "arte".

La visión corriente de la tecnología moderna es más o menos como sigue: Los seres humanos enfrentan a diario problemas que quieren superar. Diseñan y emplean una variedad de herramientas que les ayudan a resolver las dificultades. Liberados de esos fastidiosos problemas, pueden dedicar su tiempo y su energía a actividades que entrañan la realización de su potencial.[2] Este tránsito hacia una situación en que se hagan posibles

[2] Hubert Dreyfus asocia correctamente tal movimiento del potencial humano con el triunfo de la cosmovisión tecnológica. Hubert L. Dreyfus, "Heidegger on the Connection Between Nihilism, Art, Technology, and Politics", en Charles Guignon (comp.), *The Cambridge Companion to Heidegger*, Cambridge University Press, Cambridge, 1995, pp. 289-316. Virginia Postrel denuesta a los escépticos que dudan de los beneficios de la tecnología. Tales escépticos están demasiado apegados al *status quo*. Ella nos quiere a todos incorporados al partido "dinamicista". Virginia Postrel, *The Future and Its Enemies*, Free Press, Nueva York, 1998. La alabanza de Postrel al dinamismo muestra que sus vínculos con el movimiento del potencial humano en pro de la "dinámica" se derivan de la palabra griega empleada para referirse al potencial o la capacidad. Empero, mientras que Aristóteles pensaba que no es posible entender en su sentido propio la potencia sin saber antes qué constituye una actualización de esa potencia, Postrel y demás descendientes tecnológicos de Protágoras quieren que festejemos nuestra potencia de moldear el futuro y moldearnos a nosotros mismos, no importa cuál sea el modo en que escojamos hacerlo. Se desea la potencia por la potencia misma.

vidas más realizadoras es lo que constituye el progreso. Por consiguiente, la tecnología moderna es aliada del progreso. Esta tendencia a realzar los beneficios y minimizar los efectos perniciosos de la invención es característica del concepto tecnológico (y no del profesional) de técnica. En los términos de Protágoras, el arte es el gran don que entregaron los dioses a los hombres, un don que los hace semidivinos.[3]

La transformación de la ciencia en una forma de pericia es otro signo de la creciente hegemonía del punto de vista tecnológico. Los doctores de la antigüedad y la Edad Media poseían un género especial de conocimiento llamado *"scientia"*. En los tiempos modernos, la ciencia es la capacidad de manipular la naturaleza a fin de entenderla y controlarla. Durante épocas anteriores, sin embargo, la *scientia* fue "una pasión o perfección resultante de la unión de algo inteligible con un poder intelectual".[4] Esta unión entre la cosa y la mente del que conoce sólo se da cuando las cosas son conocidas a través de sus verdaderas causas. Al igual que su predecesor Aristóteles, los profesores y científicos medievales pensaban que cada cosa posee su propia integridad o ser. Para conocer una cosa, se tenía que permitir que el propio carácter de ella guiara la investigación y determinase la forma que ésta adoptaba. Sólo cuando el que conoce se disciplina para conocer el objeto por medio de sus verdaderas causas califica como genuino científico. El objeto que se busca entender guía y regula el modo de investigación y las invenciones del que investiga.

De este modo, el médico profesional que anda en busca de la *scientia* toma los principios de su arte del objeto que estudia: la producción y el mantenimiento de la salud del cuerpo humano. La promoción de la salud del paciente guía y constriñe la investigación y las acciones del médico. Dado que el cuerpo orgánico vivo se regula a sí mismo, es absurdo pensar —hablando en términos científicos— que el médico o una técnica como podría ser la terapia genética es la causa de la salud. La causa de la salud es la salud misma: el médico sólo propicia que el cuerpo se ayude a sí mismo. Para ponerlo en los términos de Aristóteles: "La ciencia médica no tiene supremacía sobre la salud, sino que ve el modo de producirla; por tanto, da órdenes por causa de aquélla pero no a aquélla".[5]

Esta antigua idea de la *scientia* profesional se ha estado viendo desplazada rápidamente por la moderna noción tecnológica de pericia. La pericia es aquel conocimiento *que el practicante pone al servicio de un fin que él mismo ha elegido*.[6] La adquisición de pericia, curiosamente, carece de todo propósito, pues no tiene ningún

[3] Platón, *Protágoras*, 322a 1-10.
[4] Richard P. McKeon (comp.), *Selections from Medieval Philosophers*, 2 vols., Scribner, Nueva York, 1930, 2:492.
[5] Aristóteles, *Ética a Nicómaco*, 1145a 6-12.
[6] Véase, e. g., Louis Brandeis, *Business —A Profession*, Hale, Cushman, and Flint, Boston, 1933, p. 2.

fin ni objeto alguno hasta que se lo confiere el que posee el conocimiento. La pericia siempre debe emplearse para hacer algo. En el mundo de la pericia, el que sabe elige un fin a su entero gusto. Después aprende —o lo que es lo mismo, "se vuelve experto"— desarrollando la capacidad de producir consistentemente cierto resultado que ha escogido. Esto explica por qué uno de los usos más antiguos del término "experto" se da en el campo del tiro con arco. Cuando el tirador alcanza el grado más alto se le denomina correctamente "experto", dado que la destreza del tirador, al igual que la del experto, consiste en ejecutar en forma repetida y exitosa una tarea que el agente se fija. Desde la perspectiva de la pericia, no importa si el blanco en el que da el tirador experto es un bote de hojalata o una diana.

Los expertos son los descendientes del hombre tecnológico de Protágoras. Inventan a voluntad procedimientos de manipulación. El milmillonario negocio de la cirugía plástica —una de las industrias de más acelerado crecimiento actualmente en los Estados Unidos— ha creado nuevas técnicas "médicas" tales como la liposucción y la vulvaplastia. Algunas de estas técnicas tienen poca relación con la salud. La vulvaplastia, por ejemplo, deja perfectamente redondeados los labios de la vulva femenina.[7] Sin embargo, los labios normales no son geométricamente perfectos, y remodelarlos así no contribuye nada a acrecentar el buen funcionamiento de las mujeres. De hecho, esta técnica podría perjudicar verdaderamente la salud de una mujer provocándole severas infecciones o bien la pérdida de la sensación genital. En los demás casos, la única razón de existir de las nuevas técnicas de cirugía plástica es corregir los problemas creados por la cirugía plástica. El abultamiento de los senos deja a menudo en las mujeres la apariencia de un surco peculiar. Una novedosa técnica de cirujía plástica toma material glúteo de la paciente e implanta el tampón de grasa en el surco.

La ingeniería genética es un caso clásico de pericia en acción. Si bien algunas técnicas tales como la inserción de genes y la clonación pueden llegar a tener aplicaciones médicas, los expertos médicos-bionegociantes están tratando de perfeccionar estas técnicas como parte de su tentativa de dominar la naturaleza y convertirse en los arquitectos de la evolución humana.[8] La invención de la técnica no se halla regulada por una finalidad externa y objetiva como la salud. Antes bien, el deseo de los expertos es manejar y controlar la ingeniería genética. La predominancia de la voluntad da cuenta de lo que yo denomino el "imperativo tecnológico": cualquier cosa que se pueda hacer

[7] Louise Kamps, "Labia Envy", *Salon Magazine*, en http://www.salon.com/

[8] El biofísico Gregory Stock sostiene que la terapia de línea celular germinal implica que "la vida entraría en una nueva fase [...] en la cual tomamos el control de nuestra propia evolución". Stock se encuentra citado en Sharon Begley, "Tomorrow's Child: Engineering the Human Germ-Line", *New Zealand Herald* (noviembre de 1998), reimpreso en matu1.math.auckland.ac.nz/~king/Preprints/book/genes/genaug/ethics.htm

debe hacerse. Los mismísimos biólogos que prometieron hace diez años que nunca emplearían sus técnicas para clonar seres humanos han presentado en tiempos recientes solicitudes de hacer exactamente eso.[9] Inmediatamente después de la clonación de la oveja Dolly, los expertos se precipitaron a asegurarle al mundo que jamás clonarían humanos. No obstante, en cuestión de semanas, los ingenieros genéticos estaban diciendo públicamente "¿por qué no?". Aquella práctica de la que otrora no se podía hablar se discute rutinariamente alrededor de una taza de café.[10]

El modelo profesional del arte no consideraría como artes la inyección de grasa, ni la vulvaplastia, ni la ingeniería genética. Puede que los procedimientos sean ingeniosos, pero no ponen al descubierto verdad alguna acerca del producto ni revelan nada de lo que significa llevar una vida distintivamente humana excelente y hermosa. Por el contrario, algunos pacientes de los cirujanos plásticos han adquirido un aspecto inhumano. Piénsese en el caso de la "mujer-gato", famoso personaje mundano cuyas muchas cirugías plásticas le han dejado una apariencia característicamente felina. No obstante, nosotros los modernos nos sentimos inclinados a decir que el cirujano plástico que perfeccionó la técnica de inyección de grasa o el biólogo capaz de introducir nuevo material genético en un huevo humano eviscerado *sí* poseen un arte. Resulta claro que la idea tecnológica del arte como invención pura de agentes expertos se ha convertido en la idea hegemónica.

Este triunfo de la invención irrestricta no es éticamente neutro. Está transformando todas nuestras prácticas en formas que hacen cada vez más difícil que los practicantes actúen de un modo éticamente sensible y responsable.

Desaparición del enfermo y el marginado de la esfera del juicio

En un mundo tecnológico, el objeto de una práctica (*e. g.*, la salud del individuo enfermo, la casa donde vivirá el propietario) pierde su fuerza controladora o reguladora, y la voluntad del experto ocupa un lugar prominente. El experto es alguien que puede elegir un blanco o meta y luego utilizar su técnica y *know-how* para dar en el blanco seleccionado. La voluntad humana —y no las características objetivas de las cosas o situaciones que poseen su propia integridad— gobierna las relaciones del experto con las cosas. El experto ansía todo lo que su voluntad desea. ¿Qué quiere normalmente el ser humano? La mayoría de la gente desea evitar el dolor y el sufrimiento que le causa

[9] Begley, *op. cit.*

[10] Robert Taylor, "Evolution Extinguished", *New Scientist*, núm. 25 (3 de octubre de 1998), reimpreso en matu1.math.auckland.ac.nz, *op. cit.*

no conseguir lo que quiere. En un mundo tecnológico, todas las metas se vuelven iguales ya que, en cada caso, lo que la persona persigue es deseable, no por sus características objetivas, sino exclusivamente por el hecho de que el agente lo desea.

En un mundo así, los agentes dejan de preocuparse por la *efectividad* y su atención se fija en la *eficiencia*. Ser efectivo significa ser capaz de identificar y perseguir la meta correcta, es decir, una meta que realmente merece alcanzarse. La efectividad, entonces, exige discriminar entre metas sobre alguna base objetiva. Por sí misma, la voluntad humana no proporciona ninguna base así para llevar a cabo tal discriminación. Todas las metas son iguales hasta que el agente aterriza en una de ellas. En ese momento, la meta se vuelve deseable. Cuando la voluntad manda, los agentes dejan de pensar en la efectividad. Ya no se interesan en procurar la meta correcta y proceden a perseguir cualquier meta como es debido, donde "como es debido" significa "de un modo que satisfaga a la voluntad". Empero, dado que a la voluntad ya no la satisface alguna característica objetiva de su meta, lo más atractivo para la voluntad humana es obtener más de lo que está persiguiendo (no importa qué sea esto) y con mayor rapidez. Médicos e investigadores, junto con gerentes y empleados, se esfuerzan por actuar con eficiencia tratando de obtener más de algo a menor costo y en menos tiempo. Por ejemplo, los investigadores están intentando trocar plantas en cuasi-máquinas por medio de la manipulación genética. El objetivo es maximizar los "procesos de producción eficientes".[11] La terapia de línea celular germinal se aplica, en parte, porque es más fácil (*i. e.*, más eficiente) hacer cambios genéticos en una célula que en una multitud de células somáticas.[12]

Dado que las profesiones tradicionales han llegado a semejar negocios eficientes, los clientes se han visto empujados hacia los márgenes éticos. En el mundo profesional de los médicos hipocráticos, el doctor venía a buscar el beneficio de sus clientes (los enfermos).[13] El enfermo deseaba salud y el interés dominante del médico era fomentar su salud o, cuando menos, "no causarle daño". Doctor y enfermo trabajaban juntos a fin de descubrir el mejor tratamiento para la persona enferma.[14] De hecho, la palabra

[11] H. Lehman y J. F. Hurnick, "Concerns about the Ethics of Genetic Modification", en *Proceedoings of the Fifth World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, 7-12 de agosto de 1994, vol. 20, reimpreso en http://tdg.uoguelph.ca/www/CRSC/faculty/eac/lehman.htm

[12] Taylor, *op. cit.*

[13] El juramento hipocrático está reproducido en toda su extensión en Leon R. Kass, *Toward a More Natural Science*, Free Press, Nueva York, 1988.

[14] Edelstein analiza pacientes griegos que reunían varios médicos y les pedían que debatiesen los méritos de cada tratamiento en presencia del paciente, el cual participaba en el debate y contribuía a decidir la terapia que se usaría en su caso. Ludwig Edelstein, *Ancient Medicine*, editado por Owsei Temkin y C. Lilian Temkin, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1987, p. 89. Yo también he analizado la necesidad de que los médicos, cuando sea posible, consulten con los pacientes. Véase Daryl Koehn, *The Ground of ProfessionalEthics*, Routledge, Londres, 1994, especialmente los caps. 1-4.

latina que se usaba para decir "doctor" significa "maestro".[15] La sanación implicaba la enseñanza, que, por definición, es una actividad recíproca: no se da ninguna enseñanza cuando no hay deseo de aprender de parte del estudiante.

En una era tecnológica, los enfermos se metamorfosean en "pacientes". La palabra "paciente" implica pasividad. El paciente es simplemente el material con el que el médico va a trabajar. Los doctores antiguos y medievales no consideraban que la cirujía fuese parte del arte de la medicina. La extirpación de un tumor no calificaba como procedimiento de sanación ya que el médico no trabajaba con la persona enferma para descubrir, en primer lugar, por qué el cuerpo estaba produciendo tumores. A los cirujanos ni siquiera se les llamaba médicos: se les clasificaba como barberos. Con el surgimiento de la pericia tecnológica, la cirugía ha asumido el papel de técnica médica *par excellence*. La predominancia de la cirugía no debería sorprendernos. Después de todo, la cirugía es esa forma de la medicina en que el experto detenta mayormente el control y la persona enferma es la menos presente. Con frecuencia el paciente es anestesiado y se halla inerte por completo. En la ingeniería genética de la línea germinal, el paciente a quien se está curando de ciertas afecciones genéticas queda reducido a unas cuantas células en las cuales el experto inserta genes nuevos. Aquí, es claro que el médico-experto está actuando sobre las células pasivas, lejos de trabajar con el paciente en algún género de enseñanza.

Conforme los médicos se fueron convirtiendo en bionegociantes comprometidos en maximizar la ganancia, el "paciente" se transformó en el "caso cubierto". Otrora sanador, al médico se le conoce hoy como "proveedor de atención a la salud". La terminología sugiere que el doctor no se distingue mucho de cualquier otro proveedor de servicios. Nótese, además, la forma en que tal terminología refuerza la noción de pasividad del paciente. El médico proporciona el servicio; el individuo enfermo no aporta nada a la relación aparte de pagar por el servicio y recibir, en consecuencia, la atención. Las personas enfermas se hallan en peligro de transformarse en poco más que materia prima para el proceso de generación de ingresos. A estos "casos cubiertos" se les hace entrar en "salas de admisión" y luego se les traslada de una sala a otra cual si estuviesen en una cinta transportadora hasta que finalmente llegan con el proveedor de atención a la salud. Como las instituciones médicas se apoyan cada vez más en estudios de laboratorio para dosificar la atención a la salud, a los pacientes se les da todavía menos voz en la determinación del tratamiento que van a recibir: "Así que la evolución natural del cuidado administrado podría dirigirse hacia una atención más científica

[15] Kass hace este señalamiento en Kass, *op. cit.*

[léase: *pericia*], pero *una atención en la cual el consumidor es pasivo*" [la observación y las cursivas son mías].[16]

Esos "casos cubiertos"que reciben el tratamiento por lo general disponen de poca informacioón y pocos argumentos razonados para reflexionar en el sentido de la técnica que se les está aplicando. Tal como lo ha demostrado Alison Brooks, la mayor parte de la discusión en torno a la ética de técnicas como el Monitoreo Genético Prenatal (MGP) se da en revistas y conferencias de expertos:

> Este [guardabarrera] de hecho impide que las mujeres, aun siendo los participantes centrales, se incorporen al debate en términos que no sean los aceptados por estos foros, [...] dejándoles pocas arenas públicas para abordar las cuestiones que las afectan. [...] Al mismo tiempo, no es inusitado que en los debates éticos profesionales atinentes al MGP se concluya que es un imperativo moral dejar las decisiones a las mujeres individuales. [...] De hecho, no es extraño que tal conclusión sea la primera [...] mención de la participación de las mujeres. [...] No sólo se escucha rara vez a las participantes centrales del MGP, sino que eligen entre diversas opciones sobre las cuales no se les ha consultado, dentro de programas que, en el momento en que se da paso a la participación de las mujeres, a menudo son ya un *fait accompli*.[17]

En el monitoreo genético, el experto controla el flujo de información —información que ha desarrollado y recogido sin la intervención de mujer alguna, siendo las mujeres quienes deben decidir en última instancia si han de someterse al monitoreo genético y quienes van a cargar en la vida con el conocimiento adquirido por ese medio—. Un estudio reciente reveló que un porcentaje sustancial de personas que han pasado por la prueba de la predisposición genética al cáncer no recibió ninguna asesoría en absoluto sobre la prueba.[18] Se lleva tiempo explicar estos procedimientos y pensar en las cuestiones éticas que suscitan. El pensamiento no es una actividad eficiente. Así que, según parece, los expertos sencillamente ordenaron que se hiciera la prueba al paciente.

En la medida en que la pericia médica y su concomitante obsesión por la eficiencia hace que desaparezcan los enfermos, no es éticamente neutra. En términos generales, la ética se propone descubrir y fomentar una vida buena para los seres humanos. La ética se traslapa con la política porque los hombres viven en comunidades. La ética, al igual

[16] Holman W. Jenkins, Jr., "Can Managed Care Ever Make Us Happy?", *Wall Street Journal* (30 de diciembre de 1998), p. A 11.

[17] Alison Brooks, "'We Cannot Win!' Women and the Ethics of Prenatal Genetic Screening", en http://www2.deakin.edu.au/research/research_centres/aworc/ALIB.HTML

[18] Gleen McGee, "Ethical Issues in Genetics in the Next 100 Years", conferencia impartida en Kobe, Japón, durante el Congreso Asiático sobre Bioética, patrocinado por la UNESCO y celebrado el 6 de noviembre de 1997. Reimpreso en http://www.med.upenn.edu/~bioethic/genetics/articles/3.mcgee.kobe.html

que la política, presupone la existencia de agentes que saben a quién están afectando. En tanto la tecnología provoca la desaparición de los individuos afectados, el juicio ético cabal se torna imposible. No se nos ocurre ni siquiera pensar en evaluar el impacto que tienen nuestras acciones en aquellos que se han vuelto invisibles para nosotros.

Menos tiempo para deliberar

Actuar bien requiere juzgar correctamente. El juicio correcto, a su vez, es fruto de la deliberación. La gente debe tener tiempo para pensar en el significado y las consecuencias de su conducta a fin de no infligirse daño a sí misma ni a los demás. La obsesión por la eficiencia que caracteriza a nuestra era tecnológica comprime el tiempo y pone en entredicho nuestras posibilidades de tener juicios sensatos. Muchos médicos están asociados a la industria de la biotecnología.[19] Este nexo presiona de modo inevitable a médicos y biólogos para que produzcan resultados con celeridad, pues los negocios tecnológicos se hallan obsesionados con la eficiencia y se esfuerzan continuamente en abreviar los tiempos que les lleva aparecer en el mercado con el propósito de lograr una mayor participación en éste y también mejores ganancias.

Si bien los humanos se han servido durante siglos de la reproducción selectiva para modificar características genéticas, la ingeniería genética ha acrecentado enormemente la velocidad con la cual modificamos los genomas.[20] No es de extrañar que a la investigación en este campo se le describa normalmente como una "carrera" en la cual compiten varios equipos para ver quién es el primero en emplear alguna técnica. Como muchos han observado, la bioética está encontrando problemas para no ir a la zaga con respecto a cada nuevo sabor del mes que la ingeniería genética inventa. Sólo en 1997, atestiguamos cómo se produjeron bebés a partir de huevos congelados y vimos embriones de rana sin cabeza, septillizos, ovejas clonadas y una mujer que parió a los 62 años.[21]

El aumento en la velocidad con que se desarrollan las técnicas significa que disponemos de menos tiempo para pensar en sus implicaciones. Recíprocamente, una de las razones de que este desarrollo se esté dando con tanta rapidez es que los expertos se encuentran más interesados en mantener y acrecentar su poder que en comprender el significado de lo que están haciendo. Tiene sentido tratar de entender tal significado sólo en la medida en que el mundo y las cosas que hay en él sean inteligibles por sí

[19] Véase Enzo Russo y David Cove, *Genetic Engineering: Dreams and Nightmares*, W. H. Freeman, Oxford, 1995, en http://matu1.math.auckland.ac.nz, *op. cit.*

[20] Lehman y Hurnick, *op. cit.*; Taylor, *op. cit.*

[21] McGee, *op. cit.*

mismos. La pericia, en contraste, se ve a ella misma como si creara el mundo. El significado y los valores son algo que los seres humanos innovadores postulan o crean a voluntad. El significado no posee fuerza regulativa en el mundo tecnológico. En esta visión no hay espacio para el pensamiento reflexivo: "Sin presión alguna para evaluar más a fondo las serias fallas que presentan los xenotransplantes, las alternativas existentes, el papel de la industria biotecnológica y los dilemas éticos que aparecen cuando se hacen transplantes cruzando las fronteras de las especies, se marcha hacia adelante a todo vapor".[22] Todo pensar es perspicacia protagónica dirigida a lograr cualquier meta que los expertos se hayan fijado.

Hay otro factor que orienta el ritmo frenético de la ingeniería y el monitoreo genéticos. En un mundo tecnológico, se considera que todas las cosas y las personas están sometidas a las fuerzas del mercado. Los deseos y los valores de la gente —no los méritos intrínsecos de las cosas— son los que gobiernan la conducta. La bioética se ha mostrado inclinada a no reconocer más que un principio moral: "Se debe respetar la autonomía del paciente (de los integrantes de la familia, etc.)".[23] La autonomía, a su vez, se interpreta como "el derecho a desear lo que uno quiera". En consecuencia, los doctores e investigadores médicos cada vez más se conciben a sí mismos como si no hicieran más que responder a las fuerzas del mercado: "Nadie sabe con seguridad hasta dónde queremos llegar [con la ingeniería genética]; pero, por el momento, la única señal de tránsito se encuentra en Wall Street. Y está en verde".[24] Se nos dice que existe un "mercado para clones de mascotas"[25] y que las "fuerzas del mercado" lograrán que la manipulación ingenieril de la línea germinal se vuelva cuestión de rutina.[26] El mercado no está dispuesto a esperar. Nosotros, como consumidores, queremos nuestros clones y curas tan pronto como sea posible. ¿Por qué? Porque la tecnología, acicateada por la eficiencia, nos está condicionando a exigir gratificación instantánea.

Considérense las comunicaciones modernas. Los consumidores que envían mensajes por correo electrónico esperan respuestas más rápidas sencillamente por el hecho de haber podido enviar sus mensajes de manera más expedita. No revisamos nuestro buzón postal diez veces al día. Sabemos más o menos cuándo llega el correo y esperamos hasta entonces. Es fácil, empero, volverse adicto al correo electrónico y revisar cada media hora si hay mensajes. La correspondencia electrónica llega durante el día y también

[22] Alan Berger, "Xenotransplantation: Animals as Spare Parts", conferencia presentada en la Universidad de Wisconsin en Madison, Wisconsin, el 12 de octubre de 1996, y reimpresa en http://www.api4animals.org/xenol a.htm

[23] Arthur L. Caplan, "If Gene Therapy is the Cure, What is the Disease?", en http://www.med.upenn.edu/~biocthic/genetics/articles/1_caplan.gene therapy.html

[24] Ellen Goodman, "Cell Work Puts Ethics, Profits in Tug of War", *Houston Chronicle*, 22 de noviembre de 1998, p. 6C.

[25] Susan Aldridge, "Ethical Dilemmas", *New Scientist*, 17 de octubre de 1998, reimpreso en http://matu1.math.auckland.ac.nz, *op. cit.*

[26] Taylor, *op. cit.*

en la noche. Nos apresuramos a contestar porque sabemos que, a nuestra vez, quizá recibamos respuesta rápidamente. Cada contestación rápida que enviamos a aquellos con quienes mantenemos correspondencia los acostumbra a esperar una respuesta igualmente rápida la ocasión siguiente. ¿Por qué no buscar la contestación a un mensaje de correo electrónico sólo media hora después de que ha sido enviado, si es muy frecuente que la encontremos? En un mundo así, no parece irrazonable esperar que haya rápidos avances médicos para resolver todos y cada uno de los problemas reproductivos y de salud. El problema es que este desarrollo se está dando con tal velocidad que la bioética no puede conocer, interpretar y juzgar la tecnología con suficiente celeridad como para tener un gran efecto en la orientación de tal desarrollo.

Calidades que se convierten en cantidades

La tecnología hace que todas las metas sean iguales destruyendo las diferencias cualitativas intrínsecas que hay entre objetos y prácticas. Todas las actividades se juzgan por el mismo rasero: ¿son enteramente eficientes? Lo que estimula al agente tecnológico es el deseo de más. En una era tecnológica, la gente a menudo responde preguntas acerca de calidades haciendo a referencia a cantidades: "¿Era un buen restaurante?" "Oh sí, el servicio fue muy rápido y las porciones, muy grandes?" Se piensa que un Hummer es mejor que un Toyota Camry porque el Hummer es más amplio. Los programas para computadora más extensos deben de ser mejores porque incorporan más funciones. Una fusión es buena porque la firma que resulta será suficientemente grande para dominar el mercado. La *Internet* es fantástica ya que tiene millones de páginas *web*. O bien la última norma del mercado norteamericano: los productos de una compañía deben de ser buenos porque la compañía en cuestión hizo mucho dinero.

Nos hemos habituado tanto a pensar en términos de cantidades que nos resulta difícil imaginar otra medida para las calidades. En una era tecnológica, una buena arma es aquella capaz de matar muchos enemigos con poco riesgo para la persona que la usa. Sin embargo, los griegos y romanos técnicos preferían las espadas. Puede que un combatiente matara más hombres con lanzas o empleando un arco con flechas; pero la mejor manera de mostrar su valentía era en el combate en corto, brazo contra brazo. En una era profesional y técnica, se considera que el combate es una práctica que posee su propia integridad y su propio bien interno. Conducirse con valor cara a cara con el enemigo es la impronta de un ser humano virtuoso. Una vez que ha triunfado la tecnología, no queda más que el recuento de los cuerpos.

En la ingeniería genética se ve la misma obsesión por la cantidad (por el menos y el más). Los médicos investigadores prometen que incrementarán la estatura o la salud de la gente —donde más salud significa cosas como índices de colesterol más bajos—. La

manipulación ingenieril de la línea germinal se presenta a sí misma como un modo de crear niños más inteligentes. Pocas personas se toman la molestia de reflexionar en la naturaleza exacta de las calidades que se están manipulando. Hace varios años escuché que un doctor prometía "curar la baja estatura". Puesto que la baja estatura es relativa a una norma, la declaración del médico es lógicamente imposible. Lograr que algunas personas crezcan incrementará el promedio, pero habrá siempre personas de estatura inferior al promedio (es decir, personas de baja estatura). Tampoco es muy probable que seamos incapaces de usar la manipulación ingenieril de la línea germinal para aumentar la inteligencia. Aunque tal manipulación podría producir niños con mayor inteligencia según mediciones que se obtengan aplicando alguna escala cuantitativa, desgraciadamente la relación exacta entre estos esquemas cuantitativos y una vida vivida sigue estando insuficientemente especificada. Ni siquiera sabemos con exactitud qué es la inteligencia; por lo cual, deberíamos ser más modestos en nuestras pretensiones. En la actualidad, los pensadores hablan de inteligencia emocional y kinética, dos formas de inteligencia que hasta hace unas cuantas décadas ni siquiera habían sido reconocidas. Antes de invertir energía y dinero tratando de producir más organismos inteligentes, de seguro sería aconsejable dedicar algunas células cerebrales más a tratar de esclarecer cuál es el alcance de la conducta inteligente. Conforme el pensamiento reflexivo técnico-profesional se va viendo desplazado por la perspicacia tecnológica limitada a la relación de medios y fines, en los hechos nuestros científicos podrían irse volviendo cada vez menos inteligentes. De ser así, los expertos, aplicando sus distorsionadas ideas sobre la inteligencia, bien podrían producir organismos cada vez más estúpidos.

La confusión entre cantidades y calidades se manifiesta de dos maneras en la ingeniería genética. En primer lugar, los investigadores tienden a no hablar de cambios cualitativos. Es evidente que los padres podrían servirse de la manipulación ingenieril de la línea germinal para seleccionar el sexo de sus hijos. Si algo nos enseña la historia, es que algunos padres se hallan demasiado dispuestos a tratar a las niñas como si fuesen desechables. La manipulación ingenieril de la línea germinal para seleccionar el sexo de los niños es un asunto *cualitativo* acerca del cual los investigadores mantienen un notorio silencio. Hablan con vehemencia de bebés más fuertes y grandes con mayor IQ, pero dicen poco sobre un rasgo que es puramente cualitativo y no una cantidad que hay que acrecentar o disminuir. Un apologista de la tecnología como J. Hughes sí menciona la posibilidad de seleccionar el sexo, pero no ve ningún problema en impedir el nacimiento de niñas porque "las mujeres en potencia no son mujeres y, por consiguiente, no hay por qué tenerlas en cuenta para dirimir si las preferencias de los padres violan sus derechos".[27] En otras palabras, ¡no tenemos que preocuparnos por el

[27] J. Hughes, "Embracing Change with All Four Arms: A Post-Humanist Defense of Genetic Engineering", en http://www.changesurfer.com/Hlth/Genetech.html

hecho de que se emplee la tecnología para suprimir la manifestación de las características de cierta clase de gente porque esas características ya han dejado de existir en el momento en que disponemos de tal tecnología! Como es habitual, la tecnología hace que desaparezcan los individuos más afectados por el uso de la tecnología.

En segundo lugar, si bien los investigadores hablan de mejorar la especie humana, guardan silencio sobre la posibilidad de que surjan divergencias genéticas significativas. Dada la marginación de los pobres y los menos poderosos, tenemos todas las razones para esperar que sólo una parte selecta de la población será más fuerte, más grande, etc., por la acción de la ingeniería. En algún momento, todos estos cambios cuantitativos podrían convertirse en importantes cambios cualitativos de quienes han sido alterados genéticamente. Si algunos "humanos" se vuelven incapaces de copular con otros "humanos", *ya no tendremos seres humanos mejorados sino una nueva especie*. Habría que ser inauditamente ingenuos para esperar que los seres humanos ricos y poderosos beneficiados por la ingeniería seguirán considerando como sus pares humanos a los que estén genéticamente empobrecidos. Es más probable que los nuevos "seres humanos" reclamen para sí el título de "humanidad". En ese mundo, quizá los pobres dejen de ser congéneres y pasen a ser clasificados como "subhumanos", esto es, como cosas que no tienen derechos ni intereses porque no son humanos ni dignos, por tanto, de consideración moral. La cuantificación tecnológica de todas las calidades erosiona sutilmente nuestra capacidad de hacer juicios éticos correctos al impedirnos discernir los efectos cualitativos de nuestras acciones.

Las calidades, en vez de dirigir las capacidades tecnológicas, se definen en función de ellas

Al transformarse en cantidades, la naturaleza misma de las calidades se altera. Una calidad ya no es una característica que se juzga con criterios apropiados y posiblemente privativos de ella, sino una característica pasible de medición cuantitativa. Rojo y verde dejan de ser colores complementarios y se convierten en longitudes de onda de frecuencias distintas que pueden ser medidas y transformadas. Quizá la puerta de un automóvil no le resulte particularmente práctica al usuario, pero se le considera buena si un robot es capaz de cerrarla con un solo movimiento varios millares de veces sin verse obligado a separarse del carro. Un buen jitomate no es aquél dulce y jugoso que hace pensar en el sol de Italia, sino el que se ha cultivado con vistas a permanecer intacto después de estrellarse a 65 km por hora contra un muro. Mientras más manipulamos las cosas, menos conservan sus propias características (inteligibles y sensoriales) integrales y más se tornan materia prima con un solo atributo, a saber: el de ser manipulable por nosotros.

Nuestra visión de la enfermedad está sujeta a la misma lógica tecnológica. En el pasado, el concepto de "enfermedad genética" se refería a condiciones heredables derivadas de un simple defecto en la posición relativa de un solo gene. En la actualidad, como ha demostrado David Magnus, los médicos consideran "como enfermedad genética cualquier padecimiento o característica que pueda ser alterado con una terapia genética".[28] En esta concepción absolutamente tecnológica, se clasifica como "enfermedades genéticas" al cáncer y a condiciones como el alcoholismo que acaso no poseen más que un insignificante componente genético. De hecho, Paul Berg, laureado con el Premio Nobel, declara que opera sobre "la premisa de que toda enfermedad humana es genética".[29] La capacidad y la destreza tecnológicas —que no la entidad enferma— son las que determinan el tratamiento médico. Al concentrarnos en los manipulables genes, ya no prestamos mucha atención a los factores psicológicos y sociales, aun cuando éstos parezcan desempeñar un papel importante en la sintomatología de las enfermedades heredadas atribuibles a la posición relativa de un solo gene (por ejemplo, en el mal de Huntington).[30] Adicionalmente, pasamos por alto aquellas variaciones individuales que los médicos de la antigüedad examinaron con tanto cuidado y que los doctores del lejano Oriente aún observan minuciosamente.

Cuando la tecnología redefine la enfermedad como cualquier condición que se encuentra dentro del ámbito de nuestro control, la medicina se orienta a *curar* o remediar condiciones en lugar de *sanar* pacientes. De hecho, a menudo se oye que los médicos hablan de curar el SIDA o ciertos defectos genéticos, no a las personas que se hallan en tales situaciones.[31] La *persona* enferma viva se desvanece y se aproxima a esas cosas muertas que curamos: la carne, el tabaco y otras cosas pasivas, inertes, de las que nos servimos. Tal como he argumentado con detalle en otra parte, la sanación implica necesariamente trabajar con la persona enferma, ya que, vista en su globalidad, posee un componente inherentemente subjetivo.[32] En cuanto la tecnología triunfa, la sanación se ve sustituida por la cura —práctica en la que un experto actúa sobre un paciente de acuerdo con el conocimiento que el experto tiene de lo que significa estar enfermo—. De hecho, con frecuencia este conocimiento se impone a los pacientes contra su voluntad. Por ejemplo, a mujeres preñadas que han consentido en hacerse un ultrasonido

[28] David Magnus, "Gene Therapy and the Concept of Genetic Disease", borrador de un artículo que puede consultarse en http://www.med.upenn.edu/~bioethic/genetics/articles/12.gen.disease.html

[29] Paul Berg, citado por Magnus, *op. cit.*

[30] Investigación debida a Quaid y citada en Magnus, *op. cit.*

[31] Cove y Russo, *op. cit.*, hablan de curar enfermedades genéticas; Taylor, *op. cit.*, de curar enfermedades fatales; Aldridge, *op. cit.*, de tratar enfermedades heredadas. Y la lista continúa.

[32] Koehn, *op. cit.*

únicamente para verificar su calendario de embarazo les han informado después que sus fetos al parecer sufren de espina bífida o síndrome de Down.[33]

El experto no está dispuesto a examinar reflexivamente sus presuposiciones acerca de la salud y la enfermedad. Si la persona enferma no responde al tratamiento, no se le ocurre al experto que acaso sea necesario transformar radicalmente su concepto de la enfermedad. En el mundo tecnológico, la enfermedad ha pasado a estar en función de la tecnología, en vez de que ésta evolucione en direcciones definidas por la naturaleza de aquella. En consecuencia, el ser de la enfermedad (cuyas propiedades han de establecerse acudiendo a un argumento reflexivo, además de la observación)[34] no puede determinar ni regular la tecnología porque es ésta la que define al ser de la enfermedad. En un mundo así, es casi imposible desviar la perspicacia o la voluntad del experto, ya que no es posible apelar al ser o a la naturaleza de las cosas para dar sustento a una objeción. El juicio sensato exige reflexión, a pesar de que poco o ningún apoyo puede obtener la reflexión en el mundo del experto. En la medida en que el monstruo irresistible de la tecnología sofoca todas las objeciones (con la excepción de los reclamos de sus pares científicos que proponen sustituir su propia técnica ingeniosa por la de algún otro experto), destruye al juicio.

La *hybris* de la mentalidad tecnológica no tolera oposición alguna

Hay otra forma de plantear la misma cuestión: la *hybris* de los expertos funciona de tal manera que excluye las objeciones. Se dan fracasos en la búsqueda de resultados deseados, pero los expertos los tratan como contratiempos o problemas temporales en el camino al éxito final. La mentalidad tecnológica es en esencia resolvedora de problemas.[35] Esta tendencia de los expertos a caracterizar toda dificultad como un problema que debe solucionarse sirve para socavar el juicio ético. Tal caracterización a un tiempo refleja y reviste la perspectiva tecnológica. Si se puede superar cualquier obstáculo mediante la aplicación sostenida del ingenio humano, entonces ¿para qué detenerse a considerar el significado de nuestros proyectos o el sentido de las dificultades? Es mucho mejor continuar ideando soluciones ingeniosas a los problemas. Los expertos saben que en *eso* tendrán éxito.

Muchos han advertido la *hybris* voluntariosa de esos expertos. Los genetistas están enfrascados en producir organismos manipulados genéticamente, a pesar de que no

[33] Brookes, *op. cit.*

[34] Véase Caplan, *op. cit.*

[35] Dreyfus, pp. 304-305.

está claro cómo estos nuevos organismos van a afectar ecosistemas complejos. Cuando se demuestre que las sustancias químicas tienen efectos adversos, podemos dejar de emplearlas. Los organismos vivos, sin embargo, son capaces de reproducirse de modo que quizás no podríamos contener su efecto, aun suponiendo que nos fuese posible identificar con rapidez y exactitud los problemas potenciales. Tal vez algunos de éstos últimos no se presenten durante varias generaciones (piénsese, por ejemplo, en los defectos congénitos causados por el DES y que aparecen después de dos generaciones). Pero tal perspectiva futura no ha disminuido el entusiasmo de los expertos por la creación, a través de la ingeniería genética, de plantas resistentes a los pesticidas o cerdos con menos grasa. Tampoco ha obstaculizado las innovaciones en la manipulación ingenieril de la línea germinal. En el caso de la terapia genética que toca células somáticas, hay una especie de control natural de daños. Normalmente los procedimientos se aplican mucho tiempo después del nacimiento; de tal manera que (en teoría) no se ven afectados los genes del desarrollo. Además, son pocas las células que alojan los nuevos genes, aun cuando la terapia sea exitosa. No obstante, la terapia de línea celular germinal, por definición, conduce a cambios reproducibles. Si bien la manipulación ingenieril de la línea germinal tiene el potencial de producir "alteraciones impredecibles e inclusive monstruosas";[36] y aunque no se ha llevado a cabo un análisis completo de los aspectos económicos, sociales, ecológicos y éticos de tal manipulación;[37] la carrera para crear cromosomas, para clonar organismos, etc., continúa. Sin importar cuáles sean las dificultades, "prácticamente es inevitable que [la ingeniería genética] se use (y por las razones más banales posibles) para hacer fortuna o satisfacer a los científicos virtuosos que creen la tecnología".[38]

Por supuesto, si se les presiona, los expertos concederán que habrá yerros. Pero existe siempre la suposición de que cualesquier peligros son meramente temporales: "Deberíamos decretar una moratoria en la generación de plantas y animales a través de la ingeniería genética *hasta que contemos con una supervisión adecuada* [el énfasis es mío]". Se minimiza el significado de cualquier error con la aseveración de que nos será posible rectificarlo: "Se desea una manera de deshacer el error [genético].[39] Y como lo que hoy puede resultar extraordinario dentro de 20 años quizá parezca una bobería, se desea un medio para volver reversibles los cambios genéticos".[40] De este modo, el cambio genético reversible se convierte en la siguiente meta tecnológica, el siguiente problema que debe solucionarse.

[36] Taylor, *op. cit.*

[37] Lehman y Hurnik, *op. cit.*

[38] Como afirma el biólogo molecular Liebe Cavalieri, según lo cita Taylor, *op. cit.*

[39] Hughes, *op. cit.*

[40] Afirmación del biólogo Mario Capecchi, citado en Russo y Cove, *op. cit.*

Cuando predomina la voluntad de poder, los expertos transforman su propia incapacidad de retroceder y reflexionar sobre la tecnología en un atributo de la tecnología.[41] Arguyen que no se puede parar la tecnología. Y de hecho se torna difícil detenerla porque los expertos han escogido responder a las preocupaciones haciendo caso omiso de cualquier objeción que no les conviene. En su defensa de la terapia y la expansión genéticas, J. Hughes se opone con frecuencia a estas preocupaciones simplemente declarando sus preferencias: "Algunos insisten en que el conocimiento por sí mismo, o el conocimiento de temas prohibidos, conducirá al fascismo. *Yo prefiero* el optimismo modernista que asume que el conocimiento es por lo menos neutral hacia (y en ocasiones el azote de) el oscurantismo." O bien, "la *fe* en el mejoramiento [*improvability* (*sic*)] potencial ilimitado de la naturaleza humana y la expansión de los poderes humanos *me resulta* mucho más satisfactoria que la resignación a nuestros límites comunes [las cursivas son mías]".[42]

Los apologistas de la tecnología también muestran una marcada tendencia a emplear argumentos *ad hominem* cuando dan respuesta a los críticos. A quienes albergan dudas se les despacha calificándolos de "bioluddianos".[43] Quienes ponen en tela de juicio la sensatez de los "avances" tecnológicos son simplemente reaccionarios enemigos del riesgo que no entienden la evolución tecnológica y quieren reprimir el espíritu empresarial de aventura.[44] Este recurso al ataque personal es precisamente lo que uno esperaría en un mundo en que la voluntad de poder lo controla todo. *Puesto que los "argumentos" de la mente tecnológica son meras expresiones de lo que la voluntad ha elegido creer, una mente así infiere de manera natural que los argumentos de sus oponentes no son, de igual modo, sino la expresión de una voluntad de poder.* Una vez más advertimos cuán difícil es que los contraargumentos logren establecerse en el fuerte de los partidarios de la tecnología. No se atiende a las objeciones porque los expertos, antes de escuchar qué se está diciendo realmente, las desestiman tildándolas de apóstrofes de "luddianos".

La identidad se torna plástica y fluida

En esta era tecnológica, las condiciones cambian rápidamente pues los expertos van fijando una nueva agenda de acuerdo con sus preferencias. Enfrentada al cambio rápido,

[41] Tal asegura el biofísico experto Gregory Stock, citado en Taylor, *op. cit.*
[42] Citas tomadas de Hughes, *op. cit.*
[43] Véase Hughes, *op. cit.*
[44] Postrel, *op. cit., passim.*

la gente se ve empujada a recalcular continuamente, a la luz de la nueva información, los costos y beneficios de diversos cursos de acontecimientos. Quisieran mantener abiertas todas sus opciones a fin de encontrarse en posibilidades de "acrecentar" y "maximizar" su potencial humano. (Repárese en el lenguaje tecnológico cuantificador y en cómo el *crecimiento* sin restricciones ha usurpado la idea de *desarrollo* humano —una idea que sólo tiene sentido cuando existe una meta objetiva que regula y conduce el cambio en una dirección que es genuinamente mejor que cualquier otro curso de los acontecimientos.) El deseo que tiene la gente de máxima flexibilidad se extiende, inclusive, a su identidad. El ego tecnológico no es otra cosa que una cifra en interminable formación inventada y reinventada por una voluntad que no posee ninguna integridad interna, sino que se concreta a imitar a las demás cifras en formación que encuentra.

La ingeniería genética actúa precisamente en esta cifra imitadora. Nos promete otorgarnos la capacidad de controlar nuestra apariencia. Nos dirigimos de manera acelerada hacia la era de los "bebés diseñados", niños con características adaptadas a la moda actual elegidas por sus padres-creadores expertos. Los genetistas están trabajando en cambios orgánicos que, en teoría, le permitirán a la gente mejorar su salud o su apariencia (ambas se encuentran bastante mezcladas en esta época que representa cualquier defecto físico como un obstáculo para el crecimiento personal) desarrollando ciertas características en un momento posterior de su vida.[45]

La ingeniería genética nos hace ver nuestra dotación genética, menos como un caudal fijo y más como un flujo maleable de características. La cifra en formación que fue posible gracias a la cirugía plástica ya ha empezado a lograr que nuestros cuerpos parezcan ficticios. La ingeniería genética contribuye a esta percepción y la refuerza. Nuestro cuerpo deja de formar parte y de ser parcela de nuestro modo de ser en el presente y se transmuta en una obra en proceso de creación. Muchas personas se someten a múltiples cirugías plásticas, viendo a su cuerpo como una obra de arte, donde el arte se concibe en sentido tecnológico como invención puramente subjetiva. Quieren crear un cuerpo que refleje lo que sienten, cualquier cosa que esto sea. Las técnicas quirúrgicas y los tratamientos hormonales hacen posible que la gente cambie de género a placer. Las técnicas de ingeniería genética que promueven el crecimiento y la regeneración de los tejidos nos ofrecen mayores posibilidades de construir el cuerpo que deseamos. Rápidamente nos estamos convirtiendo en las quimeras que Descartes imaginó: criaturas de varias piezas ensambladas de cualquier manera que se nos ocurra pensar. No es sorprendente que, en el momento en que se pone al descubierto y se acelera la trayectoria de la tecnología (véase más arriba el señalamiento acerca de la compresión del tiempo),

[45] Begley, *op. cit.*

la cirugía plástica y la ingeniería genética emergen como los segmentos de la medicina-bionegocio de más veloz crecimiento. Ambos son en su quintaesencia negocios tecnológicos.

Esta alteración en nuestra relación con nuestro cuerpo acarrea numerosas consecuencias para nuestra capacidad de hacer juicios de carácter ético. En primer término, como nuestra identidad depende de una continuidad de rasgos físicos, tal identidad se torna inevitablemente fluida cuando lo mismo le pasa a nuestro cuerpo. Desde luego que siempre hemos experimentado cambios físicos con el paso del tiempo o sufrido traumas físicos como podría ser la pérdida de un miembro. Empero, si comenzamos a insertar material absolutamente nuevo en células somáticas y germinales por medio de virus o bien de algún otro sistema, los cambios potenciales son mucho mayores. La edad no modifica nuestro genotipo. La ingeniería genética se propone hacer exactamente eso cuando inserta en nuestros cromosomas genes recién construidos o tomados de otras personas. La plasticidad de la identidad que esto da por resultado plantea problemas evidentes para el juicio. Una de las funciones del juicio es asegurar que se pueda fincar responsabilidad en las personas por sus actos y decisiones. Tal imputabilidad se ve amenazada si ya no estamos en posibilidad de identificar a la parte responsable porque ésta, merced a la ingeniería, ha introducido un cambio masivo en su apariencia o en su carácter. Por ejemplo, si un asesino tiene un gene agresivo que ha sido eliminado a través de una terapia genética, ¿significa esto que él ya no es responsable por sus actos pasados en vista de que el ego asesino ya no se halla presente?

En segundo lugar, como nuestro valor primordial ha adquirido una flexibilidad infinita, nos encontramos viviendo cada vez más en el futuro. Compramos la última edición de computadoras y programas, y luego nos resignamos al hecho de que, ya en el momento de la adquisición, la nueva tecnología es obsoleta. La publicidad hace hincapié en el "mundo del mañana". Los estrategas de las empresas predican todo el tiempo la importancia de que la situación de la compañía le permita sacar ventaja de las nuevas tendencias. La futurología se proclama a sí misma como una ciencia nueva e importante. Lo que se dice sobre el futuro adopta la forma de lo "híper". El discurso deja de estar vinculado con el presente y se vuelve una incursión en lo que está "más allá" (*hyper*, en griego).

Este desplazamiento de la vida del presente hacia el futuro trae consigo ciertas patologías. Las sociedades clásicas estructuradas en torno al concepto profesional de arte poco conocían de la angustia y casi nada de la paranoia. Al parecer, estas formas de malestar y desasosiego sólo surgen en una era tecnológica. Si bien en ocasiones somos capaces de anticipar algunos desarrollos futuros, éstos dependen de lo que queremos para nosotros mismos. Dado que esos deseos ya no están regulados por ningún orden objetivo, las invenciones y los desarrollos son en gran medida impredecibles. Además, esas invenciones no son simples artefactos: son acontecimientos transformadores del

mundo y capaces de recontextualizar las cosas y el espacio en que vivimos, así como de modificar la noción misma de identidad humana. La perspectiva de reorientaciones radicales crea angustia en la gente. Estamos forzados a vivir en un espacio más allá de la intuición. En otras palabras, nos volvemos paranoicos (literalmente, los que se encuentran más allá [*para*] de la intuición [*nous*]). Para ponerlo en los términos de Andy Grove, el fundador de Intel: "Sólo sobrevive el paranoico" —afirmación ésta que, por supuesto, es ella misma extremadamente paranoica.

La *scientia* y el pensamiento profesionales intuyen la esencia del objeto —algo que posee su propia integridad—. La pericia tecnológica transforma lo que hallamos en una función cambiante de nuestras técnicas en evolución. Francis Bacon, uno de los primeros pensadores tecnológicos, nos previene repetidas veces contra la idea de que un experimento le permitirá al investigador conocer algo. El objeto de un estudio casi siempre luce bastante distinto después de que hemos examinado la naturaleza en forma más completa o bien empleando un instrumento diferente. En el mundo de la *scientia*, se creyó que la naturaleza se descubriría para que el espectador la contemplase y la disfrutara. En el mundo tecnológico de la actualidad, se tiene que embaucar a la naturaleza para que revele sus secretos. Debemos someterla a tormentos, y jamás sabemos por adelantado lo que va a dejar ver.

En la medida en que nos volvemos paranoicos, perdemos la capacidad de hacer juicios correctos. El paranoico, por definición, es una persona incapaz de ponderar con precisión el peligro y el riesgo. Si combatimos la paranoia con éxito, nos enfrentamos aún a otro peligro: corremos el riesgo de caer en la inactividad crítica. Puesto que no sabemos ni podemos saber qué resultados producirán los experimentos futuros o cómo van a alterarnos, ¿por qué molestarse en tratar de juzgar nuestras actividades presentes? Mientras que acaso el vulgo se muestra en general más bien paranoico en relación con la tecnología, muchos científicos, en especial los biólogos, tienden a la pasividad intelectual. Uno tiene la sensación de que muchos de éstos últimos son reacios inclusive a tratar de emprender una evaluación crítica y desapasionada del significado de sus intervenciones tecnológicas. Esta resistencia pasiva es tan absolutamente destructiva de nuestra capacidad de formar juicios de carácter ético como lo es la paranoia.

Las cosas se reducen a recursos disponibles

La tecnología transforma nuestras relaciones con las cosas al mismo tiempo que nos cambia. Acabamos viendo las cosas como portadores de características manipulables. Todo objeto deviene lo que Martin Heidegger llama un "recurso disponible". Nos fijamos en el tamaño del árbol y en la dureza de la madera que podemos obtener talándolo. El árbol deja de ser un hábitat para animales, una planta hermosa y llena de gracia que se

mueve con el viento y nos da sombra en medio del calor de un día veraniego, que forma parte del bosque umbroso y enigmático. Los babuinos dejan de ser animales grandes e inteligentes con complejos patrones de conducta y se ven reducidos a fuentes de corazones y demás órganos que se toman y transplantan a seres humanos. Esta disminución del ser total de las cosas normalmente va acompañada de una pérdida de todo sentido del contexto en que existen. Establecemos fábricas de vacas y cerdos (las granjas están pasando a convertirse en cosa del pasado), procesamos animales y los transformamos en pequeños paquetes de carne rojiza envueltos en plástico. Los escolares de las ciudades norteamericanas, muchos de los cuales jamás han pisado una granja, piensan que el pollo no es más que carne rosada y sin piel que se compra en la tienda de abarrotes. Se quedan sin habla cuando se enteran de que ese pollo un día fue un animal viviente.

La ingeniería genética nos lleva a vernos como recursos disponibles. Podemos inventar un ser humano que se adapte a nuestros propósitos. En la visión de Sócrates, el ser humano era profundamente enigmático para sí mismo. Observar el mandato oracular "conócete a ti mismo" demandaba toda una vida de investigación. Cuando el ser humano se vuelve un recurso disponible, deja de ser un misterio y se convierte en un producto, algo que creamos de acuerdo con especificaciones que nos damos a nosotros mismos. Esta reducción tiene numerosas implicaciones para el juicio. Tal como perdemos de vista el nexo existente entre las piezas de pollo contenidas en el paquete del carnicero y el pollo vivo de la granja, así también dejamos de percibir las múltiples relaciones complejas que hay entre nosotros mismos y el ambiente, más amplio, en que vivimos. Los genetistas occidentales tienden a concentrarse en uno o dos genes cuando tratan de curar una enfermedad. Este estrecho enfoque puede llevarlos a perder de vista las interrelaciones entre los genes. Más aún, dado que la terapia genética sólo busca causas genéticas del padecimiento en cuestión, descarta implícitamente el papel que el ambiente desempeña en la enfermedad. El contexto más extenso se halla siempre en peligro de confundirse con un telón de fondo a medida que la mirada del biólogo se centra en el material genético que quiere manipular y transformar. Se torna difícil que el biólogo juzgue lo que está haciendo porque ya no posee una percepción completa del ser con el cual está interactuando. El organismo viviente que depende de un ecosistema y que lo afecta queda reducido a una materia prima aislada a la que ha de darle forma el escultor genético.

Al ignorar el contexto más amplio, el biólogo puede convencerse de que posee un mayor control del que en realidad tiene. En otras palabras, el angostamiento de su perspectiva refuerza la *hybris* analizada arriba. También afecta la norma con la cual responsabilizamos a los individuos por sus acciones. Los genetistas rezuman tanta certeza que los pacientes empiezan a confiar en la capacidad de estos expertos para crear un producto vivo (el hijo del paciente; el propio paciente) cumpliendo con ciertas especificaciones. Esta confianza, a su vez, empuja a la gente a ver la vida humana como otro bien de consumo desechable. Si un bebé hecho sobre diseño presenta algunos

defectos, los padres bien podrían pensar que el bebé es problema del médico y que ellos mismos no tienen ninguna obligación de criarlo. Si el consumidor siempre tiene la razón, es efectivamente difícil ver por qué los padres deberían asumir la responsabilidad de aceptar y criar un niño que no satisface los requerimientos que ellos fijaron.

Uno sospecha que la *hybrica* seguridad que tienen los genetistas en su capacidad de controlar totalmente la naturaleza llevará a los pacientes-consumidores a pensar que los doctores que usan técnicas genéticas están *garantizando* su trabajo. Probablemente se presentará un número creciente de demandas legales contra los médicos por parte de consumidores que están inconformes con las "entregas". A los doctores bien podría imputárseles una responsabilidad legal estricta (es decir, cuando el producto sale defectuoso, el productor puede ser demandado legalmente sin importar sus intenciones o incluso su ignorancia) más que aplicárseles parámetros de negligencia menos severos. Recuérdese: la tecnología busca y promete un *control completo*. De esta manera, la tecnología transforma los criterios con los cuales se juzgan sus resultados. En el mundo profesional no tecnológico, se asume que el agente está sujeto a la mala suerte y al error provocado por su ignorancia. En el mundo tecnológico donde el experto se propone conseguir un control absoluto, no hay lugar para la mala fortuna y la ignorancia. Todo lo que importa es que el experto alcance su objetivo eficientemente.

Dado que no tenemos pruebas de que sea posible el control total, este criterio para juzgar es inadecuado. No obstante, como el juicio se transforma y se acostumbra a aplicar únicamente nociones de responsabilidad legal estricta, nos resultará difícil, incluso, percibir el problema de que haya normas críticas inadecuadas. Después de todo, sólo el juicio se puede juzgar a sí mismo. Si el juicio se desvirtúa, necesariamente pierde la capacidad de identificar su propia desviación de lo correcto. Al socavar al *juicio mismo, la tecnología altera nuestro* mundo ético de manera radical.

La tecnología trata equivocadamente de conmensurar todos los valores

Hasta ahora he estado considerando los efectos de la tecnología en la ética *implícita* en función de la cual vivimos nuestra vida. La tecnología también ha moldeado la ética *explícita* de que se sirven los filósofos para resolver las dificultades éticas. La ética utilitarista —una ética moderna que se desarrolló a la par que la revolución industrial maduraba en Inglaterra— encarna perfectamente los valores tecnológicos. El utilitarismo sostiene que las únicas acciones buenas son las que maximizan la felicidad del mayor número de personas. Saber lo que es bueno requiere calcular y comparar los costos y beneficios relativos de distintos cursos de acción. El utilitarismo supone *1)* que todas las acciones se pueden comparar mediante una sola escala de valores y *2)* que se pueden

identificar todos los costos y beneficios pertinentes. La segunda suposición refleja la celebración tecnológica de la pericia. Identificar —ya no se diga calcular— todos los costos y beneficios pertinentes parecería una tarea hercúlea. La teoría, llena de convicción, postula un hábil experto que puede hacer este cálculo porque *asume tácitamente que todos los costos y beneficios se encuentran bajo el control humano, es decir, sujetos a la manipulación humana.*

La primera suposición es un resultado natural de la cuantificación tecnológica de todas las calidades. El utilitarismo asume que a toda consecuencia de cada acto se le puede asignar lo que Jeremy Bentham, el padre del utilitarismo, llamó un "*util*": una determinada cantidad de valor positivo (o negativo). El pensamiento ético se reduce a sumar estas unidades de valor positivo y negativo —todas ellas obtenidas con un solo cartabón de *utils*— para llegar a la respuesta correcta. Este método es muy eficiente pero no particularmente efectivo, pues no ayuda a que el agente piense en la importancia y el significado cualitativos de una acción pasada o propuesta. La atención se centra, antes bien, en enumerar consecuencias y asignarles valores cuantitativos.

Además, este enfoque supone que el agente sigue siendo básicamente el mismo al margen de las decisiones que tome. Sócrates podría haber bebido la cicuta o escapado de prisión. Todo lo que tenemos que hacer es enumerar los sumandos y los sustraendos de los dos cursos de acción. Sin embargo, tal como Sócrates deja en claro, él no habría sido el mismo hombre si hubiese huido de prisión. Por consiguiente, no se pueden comparar legítimamente los dos cursos de acción en la medida en que *los costos y beneficios de cada uno de ellos no son sumandos y sustraendos para el mismo hombre.* Tampoco el mundo sería el mismo si Sócrates hubiera elegido escapar y no morir en prisión conforme a la ley. Tenemos toda una tradición de pensamiento legal y social montada alrededor de la idea de un contrato social entre los individuos y el gobierno. Esta tradición de consentimiento o teoría del contrato se remonta a los argumentos que Sócrates dio para explicar por qué debía permanecer en prisión y acatar las leyes que tácitamente consintió obedecer. ¿Cómo sería el mundo sin esta tradición y sin el ejemplo de un filósofo dispuesto a morir antes que a rechazar las conclusiones de sus argumentos?

Para poder acudir al utilitarismo con el fin de determinar si Sócrates tomó la decisión correcta, tendríamos que ser capaces de responder esta pregunta. Pero no se trata de una pregunta que tenga sentido plantear, pues ¿quién ha de hacer el cálculo, dado que los valores de cualquiera que pudiera realizarlo ya han sido moldeados de mil maneras por esta tradición? Al transformar todas las decisiones cualitativas en cuantitativas, la tecnología crea la ilusión de que podemos ubicar todas las opciones en una sola escala de valor utilitario y posteriormente compararlas. No obstante, si estoy en lo correcto y distintas decisiones nos vuelven seres distintos y alteran nuestra propia capacidad de hacer juicios, no tenemos justificación para colocar todas las opciones en una sola escala evaluativa. Algunas decisiones son sencillamente inconmensurables —por

ejemplo, la decisión de involucrarse en la ingeniería genética o la de negarse a tal práctica—. Dependiendo de qué curso de acción elijamos, nos convertiremos en seres diferentes con concepciones radicalmente distintas de la identidad, de las cosas, de las calidades y del juicio mismo.

Como el utilitarismo no es sino otra forma de pericia tecnológica, no debe sorprendernos que el cálculo del costo-beneficio resulte tan atractivo para los expertos que tratan de abogar por la ingeniería genética mostrando que reporta más beneficios que otros cursos de acción que implican rehusarse a tal práctica. Sin embargo, el cálculo jamás será correcto porque la elección no es sólo una decisión acerca de la técnica. Es, al mismo tiempo, una decisión acerca de quiénes somos y en quiénes nos convertiremos. No tenemos razón, por consiguiente, para hablar como si los costos y beneficios de acoger la tecnología existieran en un solo continuo de valor para un individuo que sigue siendo el mismo independientemente de qué decisión haya tomado. Esta ilusión de conmensurabilidad es, en potencia, muy peligrosa. Nos hace pensar que hemos llevado a cabo una buena elección cuando, en realidad, hemos pasado completamente por alto lo que se halla en juego en nuestras decisiones, a saber: nosotros mismos.

Conclusiones: La ética en una era tecnológica

Las discusiones sobre los méritos de las diversas formas de ingeniería genética a menudo recurren a análisis de costo-beneficio. Ya debería estar claro que la confianza en estas categorías es un error por dos razones. En primer término, las categorías utilitaristas son enteramente tecnológicas y, por lo tanto, no captan las dificultades éticas inherentes a la tecnología misma. En segundo lugar, quienes se sirven del enfoque costo-beneficio para defender o atacar a la ingeniería genética no se percatan de que la mentalidad tecnológica mina sutilmente la posibilidad del juicio correcto. No podemos juzgar nuestras actos sin discernir sus efectos; y, sin embargo, la tecnología tiende a que la propia gente que se ve afectada por nuestras acciones sea invisible para nosotros. Elimina el tiempo requerido para deliberar, nos impide ver lo que se halla en juego en nuestros actos, y crea la ilusión de que todas nuestras opciones son conmensurables. A quienes desean desarrollar y utilizar técnicas tales como la ingeniería genética, la tecnología les facilita desatender y desechar todas y cada una de las objeciones a sus proyectos.

Al hacer que periclite la propia posibilidad del juicio ético correcto, la tecnología termina por controlarnos en el momento mismo en que pensamos que estamos dominando el mundo gracias a la tecnología. En palabras de W. H. Auden, todos estamos "habitados por poderes que pretendemos comprender". Si no atendemos de modo más crítico a las formas sutiles en que la tecnología está minando el juicio, "decidirá qué hemos de amar" y "nos empujará hacia el fin...".

Patente de genes: ¿de qué hablamos cuando hablamos de patentar algo?

Camilo J. Cela Conde

La Constitución estadounidense, en el parágrafo número 8 de su primer artículo, concede al Congreso la autoridad necesaria para "promover el progreso de la ciencia y de las artes útiles" garantizando a los inventores unos ciertos derechos. Las oficinas de patentes existen, al menos en Norteamérica, con el fin de dar satisfacción a tal mandato. Eso es algo tan sabido que recordarlo resulta trivial. En los Estados Unidos y en la Unión Europea, únicos casos que, a los efectos prácticos, consideraré aquí, la obtención de patentes es el medio rutinario de proteger los derechos de cualquier descubrimiento.

¿Cualquiera? Bueno, con ciertos límites. La *European Patent Act*, por ejemplo, en su artículo número 53, prohibe las patentes que puedan ofender a la moralidad o "*l'ordre public*".[1] Los Estados Unidos, más liberales en este particular sentido, no imponen tal clase de límites. Pero tanto la oficina de patentes europea como la norteamericana exigen unos ciertos requisitos a la hora de registrar cualquier hallazgo o mejora técnica, requisitos entre los que se encuentran las exigencias de novedad, utilidad y no obviedad. El propósito de tales cautelas en materia de patentes ha sido el de conseguir un equilibrio entre los intereses privados (los de aquellos que han invertido esfuerzos y quizá mucho dinero en lograr sus hallazgos) y los intereses públicos (los de la sociedad que habrá de beneficiarse de los descubrimientos), premiando, pues, lo que supone un método novedoso e impidiendo a la vez que alguien saque provecho de lo que no es fruto

Departamento de Filosofía, Universidad de las Islas Baleares.

[1] Price y Cohen (1994) han sostenido que hacer juicios morales no es la función de las oficinas de patentes, sino de los poderes políticos (que deben convertir el juicio moral en ley positiva), con lo que esa cláusula, a su entender, no puede ser aplicada por la Oficina de Patentes Europea (EPO) para decidir si un producto es patentable o no.

directo de su inventiva. Pero no siempre resulta fácil decidir si algo es nuevo, es útil va más allá de lo obvio. En ocasiones resulta incluso muy complicado. Imaginemos qu Isaac Newton, redivivo hoy, pretendiese patentar la ley de la gravitación universal. E evidente que fue él quien aportó por primera vez las ecuaciones diferenciales necesaria para expresarla. También lo es que sus fórmulas resultan utilísimas (al fin y al cabo soi las que usamos para enviar una nave espacial a la Luna), y que superan con mucho l(obvio. Pero, ¿serían patentables?

A lo largo de los doscientos años de existencia de las oficinas de registro, la historia de las patentes ha ido aclarando el sentido de unos conceptos tan ambiguos como los que se exigen a la hora de patentar algo. Por poner un par de ejemplos de lo que las oficinas de patentes no aceptan, no se puede registrar la tabla de dividir ni la combinación entre los distintos compuestos que dan lugar al ácido sulfúrico. Pero, ¿qué sucede con los seres vivos? Al igual que las ecuaciones matemáticas y los procesos naturales, la interpretación tradicional de las oficinas entendió que no eran patentables. Las precisiones hechas por el Tribunal Supremo de los Estados Unidos en la demanda de la compañía Funk Brothers contra la Kalo Inoculant, resuelta mediante sentencia del 16 de febrero de 1948, ponen de manifiesto el alcance de ese criterio. Al dictaminar si una combinación de cepas de bacterias capaces de beneficiar a las leguminosas (mediante la fijación del nitrógeno libre en la atmósfera) es o no es patentable, dice la sentencia:

> Las cualidades de esas bacterias, como el calor del sol, la electricidad o las cuali-dades de los metales, son parte del acervo de conocimientos de todos los hombres. Son manifestaciones de las leyes de la naturaleza, libres para todos los hombres y no reservadas para ninguno de ellos. Aquel que descubra un fenómeno de la naturaleza desconocido hasta entonces no tiene un derecho reconocido por la ley a monopolizarlo [...] El descubrimiento del hecho de que ciertas cepas de cada especie de esas bacterias pueden mezclarse sin efectos perjudiciales para las propiedades de cada una de ellas es un descubrimiento de sus cualidades de ausencia de inhibición. No es más que el descubrimiento de una parte de la obra de la naturaleza y por consiguiente no es patentable. (Funk Bros. v. Kalo Co., 333 U.S. 127, 1948) (http://caselaw.findlaw.com/scripts/getcase.pl?court=US&vol=333&invol=127)

Pero la caja de Pandora se abrió en el año 1971, cuando la General Electric pretendió patentar una bacteria capaz de digerir hidrocarburos al estilo del petróleo. Bajo la idea establecida de que una bacteria es un ser vivo cuya existencia quizá se deba a Dios, o puede que a la selección natural, pero en ningún caso a la intervención humana, la oficina de patentes norteamericana (Patent and Trademark Office, PTO) rechazó la solicitud. Nueve años más tarde, en 1980, y tras acudir la General Electric a la Justicia, el Tribunal Supremo de los Estados Unidos decidió autorizar la patente de la bacteria, toda vez que Anad Chakrabarty, el científico de la General Electric responsable del hallazgo, había manipulado genéticamente una bacteria mediante la hibridación con plásmidos

procedentes de otras hasta conseguir los resultados deseados. Al no ser por completo un producto de la naturaleza sino también, en cierta medida, del trabajo humano, la condición de "ser vivo" de la bacteria nueva quedaba minimizada bajo el concepto del "resultado del ingenio humano y la investigación", por decirlo con las mismas palabras que el alto tribunal estadounidense. La decisión se tomó, no obstante, por un estrecho margen de 5 a 4 votos de sus magistrados, y no sin admitir todos ellos la gran ambigüedad de las normas con las que se ha desarrollado el mandato constitucional de protección de los intereses de los inventores. Tal como dice el juez Burger en la sentencia del caso "Diamond v. Chakrabarty":

> La cuestión que tenemos delante en este caso es una restrictiva de la interpretación legal que nos obliga a explicar el sentido del título 35, parágrafo 101, de la *Patent Act* que establece: "Quien inventa o descubre cualquier proceso útil, máquina, manufactura, o composición de materia nuevos y útiles, o cualquier nueva y útil mejora de ellos, puede a causa de ello obtener una patente sujeta a las condiciones y requisitos de este título". Específicamente, debemos determinar si el microorganismo del demandado constituye una "manufactura" o "composición de materia" dentro del significado de la ley. (Diamond v. Chakrabarty, 447 U.S. 303, 1980)

Una vez superada la barrera epistemológica y ética de las patentes de seres vivos, la dificultad consiste en saber dónde terminan los frutos del ingenio y la investigación humanos. Tal como sostiene Sagoff en su estudio destinado a distinguir entre invenciones patentables y productos que no lo son, "La Oficina de Patentes [estadounidense] parece que razonó que cualquier cosa que no sea un producto de la naturaleza es, por tanto, un resultado de la invención o el diseño. Puede que no sea ésa una interpretación injustificada del [caso] Chakrabarty, pero confunde la producción de algo nuevo y útil con una invención", Sagoff (1996).

El propósito del artículo citado de Sagoff, y el de tantos otros que han dado su opinión sobre las patentes de seres vivos ya sea por motivos religiosos, éticos, científicos o comerciales sin más, es el de trasladar al mundo de la genética molecular la distinción clásica, proveniente de John Locke, entre creación (en el sentido de diseño) y producción (en el sentido de mera manipulación de algo cuyo diseño proviene de la naturaleza). Sin embargo, y quizá escarmentada por el correctivo del Tribunal Supremo de los Estados Unidos de 1980, la Patent and Trademark Office no entró en demasiadas precisiones semánticas y aceptó a partir de 1985 todo tipo de patentes acerca de plantas y semillas modificadas genéticamente. En 1987 extendió el paraguas protector de las patentes a los animales que procedían de los laboratorios y, así, un año más tarde la universidad de Harvard patentaba el *oncomouse*, un ratón transgénico modificado mediante el añadido de un oncogen, el *v-Ha-ras*, capaz de hacerlo más susceptible al desarrollo de tumores. *The New Republic*, en su número del 23 de mayo de ese año, planteaba una duda razonable: "es un pequeño paso para un ratón pero un paso gigante para la humanidad.

¿Adelante o atrás?" Adelante, sin duda, si se trata de abrir la mano hacia la producción de animales transgénicos. Al ratón le han seguido conejos, vacas, peces, aves de corral, cerdos, cabras y ovejas. Atrás, si tenemos que hacer caso a las quejas que, procedentes sobre todo de organizaciones religiosas, veían un sacrilegio y un riesgo en esa entrada del ser humano en el terreno de las creaciones que John Locke asignó a Dios. Instituciones de todo tipo: religiosas, radicales, ecologistas y defensoras de los derechos animales o humanos, han ido dando respuestas muy críticas a esa invasión de la técnica en el genoma. Una invasión notable, en cualquier caso. La Patent and Trademark Office estadounidense recibió 4.000 solicitudes de patentes de secuencias de DNA en el año 1991, que se habían convertido ya en 500.000 en 1996 (Enríquez, 1998).

Por lo que hace a Europa, la autorización para la patente de organismos vivos es mucho más reciente. En el año 1973, la *European Patent Convention*, aceptada por todos los países de la Unión Europea más Austria, Suecia y Suiza, creó la Oficina de Patente Europea (European Patent Office, EPO). De acuerdo con los criterios entonces establecidos, las modificaciones en plantas y animales son patentables, mientras que los nuevos animales o variedades de plantas no lo son. También se dejaron fuera de los elementos patentables el cuerpo humano o cualquiera de sus partes como tales, cláusula que excluía, en principio, la patente de genes, proteínas o células que formasen parte de nuestros cuerpos. La ambigüedad de esa normativa, redactada cuando aún estaban en embrión las técnicas del DNA recombinante, era grande, y una revista tan seria como *Nature* se ha permitido ironizar al respecto en alguno de sus editoriales sosteniendo que los abogados, como amigos de lo poco preciso, deben adorar la *European Patent Convention* (Nature, 1996). No le falta razón ¿En qué se distingue una modificación de un animal o una planta, que es patentable, de una nueva variedad, que no lo es? ¿Forma parte o no del cuerpo humano un gen obtenido por clonación en el laboratorio?

La historia de la convención europea es la de un intento de precisar las dudas de tal forma que no se impidiese todo tipo de patente del material genético. En 1988 se publicó un primer borrador de directiva que pretendía aclarar esos puntos, y en él se incluía aún la prohibición de patentar toda parte del cuerpo humano, ya hubiese sido separada de él mediante clonación o no, pero el Parlamento Europeo rechazó la directiva en su sesión plenaria de marzo de 1995 (Grupo de trabajo sobre las percepciones públicas de la biotecnología, 1996). Las dudas al respecto hicieron que la Oficina de Patentes Europea impusiese una moratoria sobre las patentes de genes en ese mismo año, 1995, con el resultado de que dos años más tarde tenía 2000 solicitudes de patente en suspenso (Moss y Cohen, 1994).[2] Pero en el mes de julio de 1997 el Parlamento Europeo, pese a

[2] Cook-Deegan *et al* (1996) han apuntado que la estrategia en la obtención de las patentes lleva a que no sea demasiado significativo el número en sí de estas. Una patente como la de Amgen sobre la eritropoietina incluye derechos sobre decenas de productos, mientras que la patente de Kyowa Hakko Kogyo sobre el betainterferón sólo protege el vector de expresión. Una sola puede equivaler, pues, a muchas otras en cuanto a la cantidad de productos biotecnológicos protegidos.

La intensa campaña de presión en contra por parte de grupos religiosos y ecologistas, aprobó por fin una norma que permite patentar plantas, animales, genes y células humanas. La nueva directiva dio vía libre a las patentes genéticas, no sin excluir de ellas la clonación de seres humanos, los métodos de terapia en línea germinal, o las técnicas que utilicen embriones humanos (Nature, 1997; Williams, 1997). Se prohíbe también patentar cualquier modificación genética en animales capaz de ocasionar un sufrimiento desproporcionado al supuesto beneficio que puedan obtener hombres o animales de él (Abbott, 1998).

Pese a la normativa más tolerante, las condiciones impuestas por el Parlamento Europeo mantienen las venerables exigencias de innovación, utilidad y no obviedad compartidas con la Patent and Trademark Office estadounidense. Se puede seguir planteando, entonces, en qué medida manipular o cambiar un genoma es lo mismo que diseñarlo o inventarlo. Pues bien, la mayor fuente de dudas y preocupaciones proviene de una labor investigadora que constituye, en mi entender, el reto científico propio del fin de siglo. Me refiero, por supuesto, al Proyecto Genoma Humano.

Los tres principales objetivos del Proyecto Genoma Humano son, como se sabe, la creación de mapas genéticos (qué genes existen), el desarrollo de mapas físicos (dónde están situados) y la determinación de la secuencia completa del genoma humano (cuáles son las bases que componen los segmentos de DNA implicados en los genes). Se trata de un proyecto inacabado, pero la patente de genes es hoy algo cotidiano y rutinario en los Estados Unidos. De hecho, las compañías especializadas en la secuenciación del DNA, con Incyte Pharmaceuticals y Human Genome Sciences en los primeros lugares, han solicitado en los Estados Unidos patentes de centenares de miles de secuencias, bloqueando la capacidad de la Patent and Trademark Office (Marshall, 1996). Quisiera llamar la atención sobre algunos problemas que aparecen con ese tipo de patentes, del todo relacionados entre sí pero que, a efectos de una mayor claridad, dividiré en tres tipos: (**I**) problemas éticos, (**II**) problemas para la investigación y (III) problemas metodológicos.

Problemas éticos

Los fondos asignados por el Department of Energy y el National Institute for Health estadounidenses a las cuestiones éticas, legales y sociales alcanzan entre el 3 y el 5% del presupuesto dedicado por esas instituciones al Proyecto Genoma Humano. Se trata, con mucho, de la mayor inversión del mundo en cautelas éticas. No puede decirse que haya servido para lograr grandes soluciones pero, desde luego, la bibliografía de denuncia de los problemas éticos relacionados con la patente de genes alcanza ya un tamaño abrumador. Cada vez entendemos mejor los problemas aun cuando no conozcamos

demasiado las soluciones. Con el fin de no extenderme más allá de lo razonable dejaré en el olvido una gran cantidad de controversias éticas, como las que se refieren al derecho de acceso de las compañías aseguradoras a la información del genoma (*vid*, por ejemplo, el informe de Masood, 1996), para centrarme en la cuestión de las patentes.

Se plantea un problema de raíz ética cuando la patente de genes alcanza una determinada secuencia que corresponde a un individuo o un grupo de individuos en concreto. No se trata en este caso de una cuestión teórica, sino bien pragmática: ¿quién garantiza la privacidad y la confidencialidad de los resultados obtenidos? Y si se obtiene algún beneficio comercial de la investigación, ¿a quién le corresponde? Son muchas las invasiones en la privacidad de los genomas particulares, como sucede a la hora de la obtención de muestras en familias afectadas por enfermedades hereditarias al estilo de la fibrosis cística, por ejemplo, o de determinados tipos de cáncer de mama.[3] Pero quizá el ejemplo más sonoro de todos sea el del llamado "Proyecto vampiro". En 1993, el Secretario de Comercio de los Estados Unidos, Ron Brown, presentó la solicitud de patente de una línea celular procedente de una muestra de sangre tomada a una india de la tribu Guayami (Panamá) con el virus del sida *HTLV-II* (Harry, 1995). El debate acerca de la legitimidad de un acto así llegó hasta las Naciones Unidas, y el Departamento de Comercio abandonó sus pretensiones de obtener la patente meses más tarde. Un intento similar con líneas celulares de indígenas de las islas Solomon tuvo lugar por las mismas fechas y condujo también a protestas diplomáticas (RAFI, 1993).

El interés de los investigadores por los pueblos indígenas o las comunidades aisladas es fácil de comprender. Se trata de poblaciones con líneas celulares relativamente simples. Si se descubre en ellas la tendencia a desarrollar enfermedades hereditarias o, como en el caso de los Guayami, a resistir mejor a ciertas infecciones, las posibilidades que se abren para la industria farmacéutica son muy grandes. No es raro, pues, que haya una multitud de proyectos de investigación así como, por ejemplo, los de la obesidad e hipertensión en los indios Pima de Arizona, o de la esquizofrenia en un grupo de mormones de Utah, o de las dolencias cardíacas de los lapones Sami en Suecia y Finlandia, o del alcoholismo en las reservas de los Navajo (de Stefano, 1996). La primera solicitud de patente de ese estilo fue presentada en 1989 por el US Department of Health and Human Services y los National Institutes of Health (NIH), y se refería a una línea celular obtenida de indígenas de la tribu Hagahai de Papua-Nueva Guinea (RAFI, 1994). Fue concedida en 1995, y su uso potencial es el del diagnóstico y tratamiento de

[3] En el número 1 del volumen 8 de las *Human Genome News* (julio-septiembre, 1996) se daba la noticia de los esfuerzos del Congreso de los Estados Unidos por proteger la información genética privada. En agosto de 1996 alcanzó el rango de ley el *Health Care Insurance Portability and Accountability Act*, que limita el uso de la información genética y requiere al *Department of Health and Human Services* para que establezca normas para reforzar la privacidad de las informaciones acerca de la salud (Human Genome News, 1996).

enfermos infectados con una variante del virus del sida *HTVL-I*. Pues bien, el Gobierno de Papua-Nueva Guinea solicitó la extradición a ese país de la antropóloga responsable de los trabajos de obtención de muestras genéticas, Carol Jenkins, acusándola de apropiarse de los derechos de los nativos (Taubes, 1995).

La cuestión que se plantea en todos los casos es la de quién es el dueño de los derechos de las líneas celulares. ¿Los individuos? ¿Las tribus? ¿Los investigadores? El caso de Papua-Nueva Guinea se resolvió al renunciar en favor del pueblo Hagahai la responsable de la toma de muestras, Carol Jenkins, a todos sus derechos comerciales que alcanzan nada menos que el 50% de los beneficios de la patente (Lehrman, 1996). Pero eso no resuelve el problema de origen. Organizaciones como la ONG Rural Advancement Foundation International (RAFI) sostienen que sólo la abolición de las patentes lo resolverá, porque el material genético pertenece a quienes lo llevan en sus cuerpos (Lehrman, 1996; Dickson, 1996). Sin embargo, Richard Lebovitz (1996) ha apuntado el litigio, un tanto cómico la verdad sea dicha, que se podría producir entre dos gemelos univitelinos por la propiedad de sus respectivos genes, que son por supuesto idénticos. Lo cierto es que los genes son compartidos por muchas personas con lazos familiares, así que resulta difícil plantear el derecho de propiedad, en un sentido estricto, de los portadores de los genes.

Una tesis parecida puede encontrarse en la sentencia del caso Moore v. Golde (1990), visto en los tribunales californianos. En 1984, John Moore, enfermo de leucemia, presentó una demanda contra el hospital Los Angeles Medical Center de la Universidad de California. La junta rectora de esa universidad había patentado la línea celular derivada de la sangre de Moore, vendiendo luego los derechos a dos compañías farmacéuticas que comercializaron productos contra el cáncer basados en ella. Moore entendía que tenía derecho a una parte de los beneficios, pero la Corte Suprema de California desestimó la demanda al entender que las células de un paciente no son "propiedad" de éste en sentido estricto (Harry, 1994; de Stefano 1996).

Ese criterio no es compartido en absoluto por las instituciones que luchan por la defensa de los derechos de los pueblos indígenas, como la ONG canadiense Rural Advancement Foundation International ya mencionada, que ha advertido acerca del riesgo del Proyecto Diversidad del Genoma Humano (HGD), o el Council for Responsible Genetics (CRG) de Cambridge, Massachusetts, que se ha opuesto a las patentes de organismos vivos, de sus órganos y de sus células. El Proyecto Diversidad del Genoma Humano[4] está obteniendo sistemáticamente muestras genéticas de más de 700 comunidades indígenas de todo el mundo y poniéndolas a disposición de los investigadores, cosa que plantea numerosas dudas acerca de la legitimidad para obtener

[4] *Id* la página web del HGDP: http://www-leland.stanford.edu/group/morrinst/hgdp.html

las muestras, la validez de los permisos otorgados y la propiedad de los resultados de las investigaciones. En la medida en que la bioprospección es una fuente de primer orden para la medicina y la agricultura biotecnológica (ver el informe de Macilwain 1998), surge de inmediato el conflicto sobre el disfrute de los beneficios. Justo es reconocer que el proyecto Diversidad del Genoma Humano se ha mostrado sensible a esas cuestiones y ha propuesto la firma de contratos legales para proteger los derechos de propiedad de los nativos. Las garantías que puedan ofrecer esos contratos es, sin embargo, algo que está por averiguar, toda vez que los tratados internacionales GATT (*General Agreement on Tariffs and Trade*) y CBD (*Convention on Biological Diversity*) no establecen explícitamente el estatus de los materiales genéticos humanos (RAFI 1994). Más grave incluso puede ser en términos globales la otra cara de la moneda: el obstáculo que supone para la economía de los países en vías de desarrollo el tener que pagar verdaderas fortunas por los materiales patentados. El Banco Mundial acaba de alertar acerca del riesgo que supone el proyecto de endurecer aún más los tratados internacionales acerca de los derechos de propiedad intelectual. En palabras de Lyn Squire, director de desarrollos económicos del Banco Mundial, resaltadas por la revista *Nature* "el conocimiento puede significar la diferencia entre enfermedad y salud, entre miseria y riqueza" (Butler, 1998).

Problemas para la investigación

Un problema ético diferente aparece al tener en cuenta las dificultades que suponen las patentes para los trabajos de investigación. Aun cuando no es ése en absoluto el propósito que dio lugar a la aparición de las leyes sobre patentes, la necesidad de obtener una licencia para utilizar la tecnología existente frena con cierta frecuencia los trabajos de investigación.

Paradójicamente, la comercialización puede también verse perjudicada por la presencia de patentes. Como ha apuntado Rebeca Eisenberg, las patentes de genes obtienen su justificación en gran medida del supuesto de que sólo así se protege la comercialización de los productos obtenidos. Pero tanto la Pharmaceutical Manufacturers Association (PMA) como los grupos comerciales de la Industrial Biotechnology Association (IBA) y la Association of Biotechnology Companies (ABC) se han quejado precisamente de lo contrario (Eisenberg, 1994). El que las patentes bloqueen el desarrollo comercial de un hallazgo en lugar de promoverlo puede parecer algo absurdo, pero tiene su sentido. Las moratorias impuestas por el reglamento de las patentes impiden que los nuevos descubrimientos puedan utilizarse de inmediato. El título 35 de la *Patent Act* estadounidense, en sus parágrafos 200-204, establece que todo investigador que pretenda patentar una secuencia de DNA debe entregar a la administración el mapa

correspondiente. Pero a continuación dispone de hasta dos años para solicitar la patente, durante todo ese tiempo el Gobierno no puede hacer público el mapa de la secuencia. Eso significa que no sólo el uso de la secuencia queda limitado por los términos de la patente, sino que el propio contenido del descubrimiento quedará fuera del dominio público durante un periodo que puede llegar a tres años. La moratoria puede ser menor si la patente se solicita de inmediato o si se renuncia a ella, pero suelen pasar 18 meses hasta que los trámites permiten que el descubrimiento se haga público (Silverstein y Tallent, 1992). Por su parte, las compañías que patrocinan la investigación de las universidades exigen a menudo que los resultados obtenidos se mantengan en secreto incluso más allá de lo que obligan los procedimientos de patente, con lo que el problema se agudiza (Wadman, 1996).

Aparte de los obstáculos comerciales, las patentes se han convertido en un problema en especial grave en el terreno de la investigación biotecnológica. Como recuerda Philippe Ducor (1997), ese campo de innovaciones ha eliminado la distinción clásica entre investigación básica y aplicada. Pagar una patente para desarrollar un producto en su etapa final, cuando lo que se pretende es una comercialización inmediata, entra dentro de lo razonable. Pero la patente se convierte en una barrera difícil de salvar cuando el trabajo que se está llevando a cabo es del estilo de la investigación universitaria. La mayor parte de los países europeos y el Japón han resuelto tradicionalmente el problema permitiendo un "uso experimental" de los productos protegidos por una patente sin que se infrinjan los términos de la misma. Los Estados Unidos, por el contrario, carecen de esa salvaguarda. Existen, claro es, bases de datos de acceso libre y público, como la GenBank del National Institutes of Health, pero eso no significa que el uso de las secuencias de DNA protegidas por patentes, que son muchas, puedan utilizarse para la investigación sin pago alguno. Lloviendo sobre mojado, en mayo de 1998 se presentó en el congreso de los Estados Unidos la *Antipiracy Act*, una iniciativa legal destinada a incrementar los derechos de propiedad de los propietarios de las bases de datos, cosa que puede limitar aún más el acceso a ellas de los investigadores (Gardner y Rosenbaum, 1998). El mundo de la ciencia, desde la American Asociation for the Advancement of Science a la National Academy of Sciences o la Electronic Freedom Foundation, ha emitido opiniones contrarias a la ley, reclamando el libre acceso a las bases de datos con fines investigadores (Gardner y Rosenbaum, 1998).

Pero en opinión de Ducor (1997) esa libertad es dudosa por lo que hace a la genómica. Los productos de la biotecnología tienen un valor comercial en cualquiera de sus niveles, sin que quepa hablar, como ya se ha dicho, de nivel de investigación y nivel de aplicación. Gran parte de los hallazgos no suponen más que una etapa en la obtención de los productos genéticos, como es el caso de la tecnología del DNA recombinante, y la existencia de una patente, la de Cohen-Boyer en este caso, afecta incluso a los trabajos de investigación más básicos (Ducor, 1997). No es raro que el editorial de la revista

Science del 30 de septiembre de 1994, firmado nada menos que por Jean Dausset y Howard Cann, reclamase el que todos los fragmentos de DNA clonados hasta completar la secuencia entera del genoma humano estén a la libre disposición de los investigadores (Dausset y Cann, 1994).

Un terreno que se ha mostrado en especial resbaladizo es el de la patente de pequeños fragmentos de DNA complementario, las llamadas *Expressed Sequence Tags* o EST, de las que hablaré con más detalle en el próximo apartado. Se trata de fragmentos cortos del DNA complementarios de las moléculas de RNA mensajero. Tienen, por tanto, una función en cuanto a la síntesis de proteínas y enzimas, aunque no se sepa cuál es esta. La mayor base de datos de ESTs y otros productos genéticos con fines industriales es el resultado de la coalición, iniciada en 1994, entre las compañías SmithKline Beecham y Human Genome Sciences y el Institute for Genome Research (TIGR) de Craig Venter. El material patentado e introducido en esa base de datos está a la libre disposición de los investigadores, pero éstos, de lograr algún resultado comercial gracias a él, deben negociar con el consorcio de los tres organismos la forma de repartir los beneficios (Poste, 1995). Esta política contrasta con la de la compañía Merck que, en ese mismo año de 1994, financió el proyecto Gene Index de la Universidad de Washington, una base de datos de ESTs de acceso del todo libre (Williamson y Elliston, 1994). En 1996, el Gene Index Project había proporcionado 220.000 secuencias, lo que supone un 75% de las secuencias cortas contenidas en la base de datos más grande que existe, la GenBank (Elliston, 1996). Huelga decir que la opinión de la Merck es del todo contraria a patentar secuencias cortas de DNA como las ESTs. Por su parte, y por referirnos a Europa, la primera generación de un mapa físico que cubre el 90% del genoma humano, obtenida por científicos franceses en 1993, es también de libre acceso.

Los científicos han discutido acerca de las ventajas y desventajas de las bases de datos de libre acceso y de las patentes de ESTs. George Poste (1995), por ejemplo, sostiene que la existencia de amplias bases de datos de ESTs libres como la promovida por Merck puede impedir que se logre la patente de un gen entero por culpa del requisito de la no obviedad, toda vez que una gran parte de él es ya conocida. Y si impidiendo esa patente se protege el "interés público", también se pone en peligro la supervivencia de las compañías pequeñas de biotecnología, que basan sus ingresos en dichas patentes.[5] La discusión no se ha interrumpido, desde luego. En el número del primero de mayo de

[5] El artículo citado de Poste (1995) incluye comentarios muy críticos respecto de la postura de Merck. Williamson y Caskey (1996), de la compañía Merck, precisan la diferencia entre la patente de descubrimientos genómicos, apoyada por completo por Merck, y el que esas patentes impidan el acceso de los científicos a quienes tienen fines de investigación, que es lo que Merck combate. La cuestión es más compleja todavía si tenemos en cuenta que la base de datos de SmithKline, HGS y Tigr permite también el acceso con fines investigadores, pero manteniendo una opción sobre los productos comerciales que puedan derivarse de ellos (ver más arriba en este mismo artículo). Shapiro (1996), Aston (1996) y Davison (1996) expresan opiniones contrarias a Poste (1994), basándose en las dificultades que hay para calificar de "invención" un fragmento de DNA. Carey (1996), por su parte, tercia en favor de Poste.

1998 de la revista *Science* figuran dos artículos del todo opuestos respecto a la cuestión de las patentes biotecnológicas. Heller y Eisenberg (1998) sostienen que la patente de genes puede detener el progeso tecnológico porque, mediante una especie de "tragedia de los anticomunes", los muchos dueños de las patentes genéticas se bloquean unos a otros e impiden que se utilicen los recursos disponibles.[6] John Doll (1998), por su parte, defiende las patentes de ESTs con el argumento de que si una cadena larga de DNA, un gen, es patentable, también debe serlo una secuencia corta incluída en él una vez que se identifica claramente. Se trata de puntos de vista más o menos discutibles. Pero la necesidad de entender si las secuencias cortas de DNA son o no son patentables ha llegado hasta la misma Patent and Trademark Office estadounidense. Un hecho que puede arrojar alguna luz acerca de las dificultades de un tercer tipo, las epistemológicas, que se añaden a las éticas y a las de investigación.

Problemas epistemológicos

Decía antes que son centenares de miles las secuencias de DNA que se han presentado ante la PTO con la intención de obtener una patente. No da la impresión de que en todos los casos estemos ante una invención o una mejora. El descubrimiento del orden de las bases nitrogenadas en la secuencia genética es eso, un descubrimiento de algo que existe dado en la naturaleza. Con casi las mismas palabras de 1948 empleadas por la corte suprema estadounidense podríamos decir que las cualidades de esas cadenas de DNA son, como el calor del sol, la electricidad o las cualidades de los metales, parte del acervo de conocimientos de todos los hombres. Son manifestaciones de las leyes de la naturaleza, libres para todos los hombres y no reservadas para ninguno de ellos. Aquel que descubra un fenómeno de la naturaleza desconocido hasta entonces no tiene un derecho reconocido por la ley a monopolizarlo.

¿Cómo es posible, entonces, que se puedan registrar las secuencias de DNA complementario?

La clave de la patentabilidad de los genes estriba en las técnicas mediante las que son localizados. El sistema incluye la producción de clones de fragmentos de DNA, y es esa técnica la que se patenta, no el gen en sí mismo. Las secuencias de DNA que se pretenden patentar deben distinguirse de sus correlatos naturales, ya sea porque se trate de una secuencia purificada, o porque forme parte de un vector o de una molécula

[6] Fried y Watson (1998) entienden que el punto de vista de Heller y Eisenberg es demasiado pesimista, porque los intereses de los dueños de las patentes y de los que pretenden desarrollarlas son los mismos. Véase la réplica de Heller y Eisenberg que figura a continuación de la carta de Fried y Watson.

recombinante (Doll, 1998). A todos los efectos prácticos las secuencias de DNA obtenidas en el laboratorio son equivalentes a las naturales, y así algunos productos de interés comercial, como son la hormona del crecimiento, la insulina y el interferón alfa, se obtienen hoy mediante la aplicación de patentes relativas a la clonación de genes. Pero las patentes no alcanzan tan solo a aquellos productos que cumplen de sobras la condición de la utilidad. Con las ESTs aparecen también secuencias del DNA que no se sabe ni remotamente para qué sirven y que, aun así, pretenden patentarse.

En otro lugar (Cela Conde, 1997) he comentado las técnicas relacionadas con ese tipo de iniciativas como, por ejemplo, la de búsqueda de genes "causantes" de enfermedades. Por resumir una historia larga y compleja, lo que se hace es, en esencia, identificar por un lado genes completos en algunos organismos-tipo, como las bacterias o la levadura. Paralelamente, en el genoma humano de quienes padecen enfermedades hereditarias se buscan las ESTs de las que llevamos tiempo hablando, y que son segmentos cortos de DNA. A partir de ahí tenemos, por un lado, secuencias largas y completas de DNA formando los genes de los organismos-tipo y, por otro, cadenas muy cortas de DNA humano (las EST). Si esas cadenas cortas coinciden con algunas de las partes de los genes conocidos de los organismos-tipo, se supone que hemos identificado el gen humano homólogo al del organismo-tipo, y que las diferencias entre uno y otro serán las responsables de la enfermedad humana.

Existen, sin embargo, algunos problemas metodológicos en el hallazgo de genes humanos por este procedimiento, problemas que abarcan prácticamente toda la cadena de los razonamientos

En primer lugar, se postula la presencia de un gen en un organismo-tipo cada vez que se identifica una banda con efectos funcionales para la producción de proteínas. Esa atribución del carácter de gen es automática, y desde luego muy rápida.[7] Como dice Oliver (1996), no se sabe nada de la función de al menos la mitad de esos nuevos genes descubiertos: se concluye que son "genes" porque se identifican como fragmentos que son leídos por el ácido ribonucleico.

Otro problema aparece al comparar los genes de los organismos-tipo y los humanos. Incluso suponiendo que ambos genes supongan la síntesis de la misma proteína (cosa que está por confirmarse en la mayoría de los casos), esas proteínas pueden luego cumplir papeles muy distintos, con lo que la homología desaparece.[8] Un ejemplo muy ilustrativo de ese fenómeno es el de la búsqueda por parte del equipo de Richards

[7] La tasa diaria de descubrimientos admitida por la European Union Yeast Genome Sequencing Network es de 40 al día, es decir, 40 veces la tasa de los pasados 40 años (Oliver, 1966; Jordan y Collins, 1996).

[8] Oliver (1996) indica el caso de la proteína Nifs de fijación del nitrógeno en las bacterias que realizan ese proceso. Nifs está presente también en otros organismos, como *E. coli*, que no fijan nitrógeno de la atmósfera y, por tanto, su función en ellos es distinta.

Myers y Anna-Elina Lehesjoki del gen "causante" de la epilepsia EPM1 por medio de la comparación con genes homólogos de organismos-tipo (Pennacchio *et al*, 1996). Resultó ser un gen cuya función ya se conocía: codifica la proteína cistatina B. La duda se plantea al tener en cuenta que la cistatina B no parece tener conexión ninguna con los mecanismos conocidos de la epilepsia (O'Brien, 1996). Regula una cierta actividad de la proteasa dentro de todas las células, mientras que los procesos epilépticos tienen que ver con una interestimulación excesiva de las neuronas. El por qué queda afectado el cerebro por la ausencia de cistatina B se desconoce. Lo único obvio es que el valor funcional de esa proteína es bien diferente en el organismo-tipo y en el cerebro del ser humano.

Existe un error muy extendido en la consideración de los genes homólogos como genes idénticos, cuando no lo son. El hecho de que un gen esté presente en dos organismos diferentes no significa ni mucho menos que cumpla las mismas funciones. En la página web que la organización HUGO mantiene para aclarar conceptos, Lisa Stubbs, investigadora del Oak Ridge National Laboratory que tiene a su cargo un programa de comparación de los genomas de ratones y seres humanos, lo aclara muy bien:

> Las diferencias entre ratones y humanos no están en el número de genes que albergamos cada uno, sino en la estructura de los genes y en la actividad de sus productos proteínicos. Gen por gen, somos muy semejantes a los ratones. Pero lo que realmente importa es que se suman alrededor de 100.000 sutiles cambios para hacer diferentes organismos [...] Un gen puede producir más o menos proteina en diferentes células y en distintos momentos, en respuesta a claves del desarrollo o a señales ambientales, y muchas proteínas pueden cumplir funciones dispares en varios contextos biológicos (Human Genome News, 1996).

Se trata de una advertencia contenida ya en el principio de la relatividad de la teoría genética de Ernst Mayr (1983), que establece el valor selectivo cambiante de los genes. Un mismo gen puede conferir una gran aptitud biológica en un contexto genético y ser virtualmente letal en otro. La clave de cualquier secuencia genética está, pues, en el conocimiento que se tenga respecto de sus efectos funcionales. En principio eso es algo ya cubierto por los requisitos de la Patent and Trademark Office de los Estados Unidos: cualquiera que acuda a ella con una secuencia del DNA humano debe demostrar su operatividad terapéutica si pretende patentarla. La aplicación de ese principio ha sido crucial en un asunto relacionado con el National Institutes for Health, el ejemplo quizá más conocido del abuso en el intento de patentar secuencias de DNA.

Los National Institutes for Health (NIH) instaron en 1992 a su investigador Craig Venter a solicitar la patente de miles de secuencias cortas de DNA complementario. Se trataba de una mera identificación de la secuencia de las bases nitrogenadas, obtenida de forma automática y sin la menor pista de cuáles podrían ser sus funciones, pero en septiembre de 1993 los NIH habían presentado instancias para 6.122 patentes que

reclamaban tanto el gen completo del que formaba parte el fragmento de DNA como las proteínas, desconocidas por supuesto, que pudiesen codificar dicho gen (de Stefano, 1996). Desde científicos como James Watson, el codescubridor de la estructura del DNA, a ONGs y organizaciones religiosas del mundo entero consideraron que el NIH había llegado a un límite en el abuso de la patente de cosas que ni remotamente se podían considerar como "útiles", salvo para el bolsillo de quien obtuviese los derechos, con el agravante de que eso se hacía, además, en nombre del Gobierno de los Estados Unidos. El propio Craig Venter abandonó los NIH, declarando que había sido forzado por la agencia gubernamental a presentar las patentes y sintiéndose tratado "como un paria" (Beardsley, 1998). La Patent and Trademark Office, por su parte, rechazó el intento y se negó a inscribir las secuencias basándose en que, por un lado, no tenían utilidad demostrada alguna y, por otro, constituían algo obvio, ya que se trataba de un material que podía hallarse en los bancos de datos genéticos disponibles (Dan, 1992). Dos años más tarde, los NIH decidieron suspender ese tipo de solicitud de patentes (Anderson, 1994) pero otras empresas privadas han seguido por el camino abierto, toda vez que la Patent and Trademark Office volvió a admitir en 1997 patentes sobre ESTs. Así, el consorcio de la compañía británica SmithKline Beecham y la estadounidense Human Genome Sciences pretende secuenciar y patentar todo el genoma humano que les sea posible, y en 1996 había secuenciado ya 850.000 fragmentos cortos o largos de DNA extraídos de cerca del 85% del genoma humano (Caplan y Merz, 1996).

La cuestión de la utilidad de las secuencias para las que se solicitan patentes tiene, sin embargo, otra cara que pusieron de manifiesto los participantes en la audiencia sobre biotecnología organizada por la Patent and Trademark Office estadounidense en 1994. La sesión tuvo lugar en San Diego (California) el 17 de octubre de ese año, presidida por Bruce Lehman, director general de la PTO, y participaron en ella hasta cincuenta y siete políticos, expertos y representantes de la industria biotecnológica (Patent and Trademark Office, 1994). Como es lógico, los asuntos planteados fueron muchos, y reflejan bastante bien el punto de vista opuesto al de las organizaciones cívicas y religiosas que pretenden poner trabas a la patente de organismos vivos. Por lo que hace a la cuestión de la utilidad exigible en cualquier solicitud de patente, fueron varios los participantes que se quejaron de los requisitos demasiado rigurosos, a su entender, de la PTO estadounidense.

¿Qué quiere decir que un producto cuya patente se solicita es "útil"? Y, sobre todo, ¿cómo se demuestra que es así? Porque "útil" puede significar "con aplicaciones de diagnóstico o terapia", pero aún falta precisar cuáles son las exigencias a la hora de demostrarlo. El criterio de la PTO en los últimos años ha sido el de exigir pruebas clínicas acerca de los efectos en seres humanos. Varios de los asistentes a la audiencia, como William Rastetter, presidente de la IDEC Pharmaceuticals, alegaron que esas pruebas van en contra de los intereses de las empresas pequeñas de biotecnología, por

lo caras y difíciles que resultan. Bill Kennedy, abogado de una firma especializada en patentes, planteó los agravios comparativos de la ley estadounidense en ese aspecto, más exigente que las normas europeas y japonesas, que tienen como requisito la "aplicación industrial" en lugar de la "utilidad". Kennedy aludió a las patentes rechazadas en Estados Unidos por falta del criterio de utilidad mientras el mismo producto obtenía patentes japonesas o europeas al resultar de aplicación industrial. La diferencia es de especial aplicación en el caso de las investigaciones básicas, que se llevan a cabo en condiciones que no permiten la experimentación clínica ni con animales ni con seres humanos. Martin Simpson, de la Office of Technology Transfer de la universidad de California abundó en esa opinión, añadiendo sus propias dudas acerca de lo que significa "prueba de la operatividad de las invenciones terapéuticas para los humanos". Simpson se preguntó por qué no son lo bastante predictivos los datos obtenidos *in vitro*, o los que se logran mediante la experimentación con animales (Patent and Trademark Office, 1994).

Como vemos, los intereses de la industria farmacéutica, de las empresas biotecnológicas, de los investigadores y de las organizaciones que hablan en nombre de la sociedad en general son, en gran medida, opuestos. En un intento de terciar en el conflicto, la Human Genome Organisation (HUGO) lanzó en 1995 una advertencia sobre la patente de secuencias de DNA cuyo sumario es el siguiente:

> HUGO (The Human Genome Organisation) se lamenta de que la patente de secuencias parciales y no caracterizadas de DNA complementario premie a quienes llevan a cabo descubrimientos rutinarios y penalice a quienes determinan su función biológica o su aplicación. Un resultado así impediría el desarrollo de medios de diagnóstico y terapéuticos, lo que va claramente en contra del interés público. HUGO se dedica también al suministro inmediato de la información genética acelerando así la investigación generalizada de los aspectos funcionales de los genes. Este manifiesto explica nuestras preocupaciones (HUGO, 1995).[9]

Tanto el consejo de la US National Academy of Sciences como el National Institutes of Health se han unido al espíritu de la declaración del HUGO, protestando por la decisión de la Patent and Trademark Office de 1997 de volver a aceptar patentes de ESTs. Las críticas recibidas por ese tipo de iniciativas y el interés por su propia imagen ha llevado a que compañías de biotecnología como la Human Genome Sciences, el miembro americano del cártel formado con la Smithkline Beecham, hayan intentado

[9] El manifiesto fue redactado por el Dr. C. Thomas Caskey (President of HUGO), la Prof. Rebecca S. Eisenberg (University of Michigan Law School), el Dr. Eric Lander (Whitehead Institute) y el Prof. Joseph Straus (Max Planck Institute), y aprobado por el consejo del HUGO

calmar las aguas. En abril de 1996 la Human Genome Sciences anunció la solicitud de tres patentes sobre genes completos del genoma humano.[10] En una nota de prensa firmada por William Haseltine, presidente de la HGS, se enfatizaba el hecho de que se trata de genes completos, cuya función es conocida, y cuya utilidad terapéutica está apoyada experimentalmente (Human Genome Sciences, 1996).

El manifiesto del HUGO expresa muy claramente qué debe entenderse por "útil", es decir, algo de "resultados terapéuticos conocidos". Aún queda abierto, no obstante, un agujero por el que se cuela un uso tergiversado de las patentes: el de la homología entre los genes de diversas especies. El caso más ejemplar al respecto es, a mi juicio, el del "gen de la obesidad". Como se recordará, en el año 1994 se produjo el descubrimiento por parte de Friedman y colaboradores, que mereció honores de portada en la revista *Nature*, del gen mutante *ob*, responsable, en los ratones, de una obesidad patológica (Zhang et al., 1994). Los autores comenzaban su artículo con estas palabras: "La obesidad es el desorden nutricional más común en las sociedades occidentales (...) Aunque la obesidad se considera a menudo un problema psicológico, existen evidencias de que el peso del cuerpo está fisiológicamente regulado". Esa frase puede ser cierta incluso si no hay relación de homología alguna entre el gen *ob* del ratón y el de los seres humanos. Pero los autores dejaban muy claro que tal homología existe: "Presentamos aquí la clonación y secuenciación del gen *ob* del ratón y su homólogo humano (...) La secuencia predicha de aminoácidos entre humano y ratón es idéntica en un 84% y tiene los rasgos de una proteína secretada". Sin embargo, incluso quienes aplaudieron el hallazgo del gen *ob* no dejaron de apuntar ciertas precauciones. Por ejemplo, Nakamura, quien calificó la clonación de *ob* de "un punto y aparte en la investigación de la obesidad" también advirtió que "será particularmente interesante determinar el papel del homólogo humano del gen del ratón *ob* (...)" (Nakamura, 1995). El propio comentario de *Nature* a la primera publicación del gen *ob* estaba lleno de cautelas sobre la necesidad de relacionar los hallazgos del equipo de Friedman con la producción efectiva de proteínas, ya que todo lo que se tenía era el gen clonado y la suposición acerca de sus relaciones con la obesidad humana.

Pues bien, al margen de todas estas esperanzas y cautelas, la compañía Amgen pagó en febrero de 1995 a la Rockefeller University 20 millones de dólares (con el compromiso de llegar hasta 80 millones más) por los derechos exclusivos para desarrollar productos basados en el gen de la obesidad. Se trata de una suma bien considerable, pero esa inversión quedó compensada de sobras gracias al aumento de la cotización de las acciones de Amgen, que alcanzó una suma de 600 millones de dólares en un solo día, el 26 de

[10] Los genes son el 5.501.969, de la Human Osteoclast-Derived Cathepsin, el 5.504.003, de la Human Macrophage Inflammatory Protein-4 (MIP-4), y el 5.506.133, de la Human Superoxide Dismutase-4.

julio de 1995. El por qué de esa repentina fiebre compradora se explica si tenemos en cuenta que cuarenta y ocho horas después, el día 28 de julio, se publicaron en *Science* hasta tres artículos remitidos por grupos de investigación independientes que mostraban los efectos de la pérdida de peso en ratones tanto obesos como normales a los que se les inyectaba la proteína *ob* (*vid.* Barinaga, 1995).[1] Y todo ese revuelo financiero se produjo sin necesidad de haberse indicado ni remotamente cuáles son las funciones que puede llegar a cumplir el gen *ob* en los seres humanos. Tal como dice Ruth Harris, "hace falta mucho más trabajo sobre los niveles de la proteína *Ob* en los seres humanos para entender el papel que juega en la obesidad" (Barinaga, 1995). Y hasta la fecha no parece que esos trabajos den fruto. L. Arthur Campfield, de Hoffmann-La Roche, compañía que ha adquirido los derechos de *diabetes*, uno de los cinco genes identificados como "causantes" de la obesidad, reconoce que han encontrado las versiones humanas de esos cinco genes pero, "hasta la fecha, por mucho que hemos buscado mutaciones en esos genes, no las hemos encontrado".[2]

Hay una moraleja evidente en el asunto del gen *ob*: para hacer negocios no es preciso disponer de un conocimiento sólido y preciso acerca de las funciones de los genes humanos que se van clonando. Las expectativas se bastan por sí solas para generar volúmenes de plusvalía más que considerables. Los resultados de las patentes contribuyen en una medida cada vez más importante al negocio de compañías que tienden a ser gigantescas. La unión prevista de Glaxo y SmithKline supondrá una empresa con un volumen de negocio que supera el producto nacional bruto de 143 países (Enríquez, 1998). Así que, en el fondo, la patente de genes humanos se basa en algo tan antiguo como la propia naturaleza de nuestra especie, en la tentación de las apuestas con un balance de costes y beneficios atractivo. Unos pocos aciertos (una terapia para alguna enfermedad muy extendida, por ejemplo) pueden compensar de sobras todos los demás fiascos.

Bibliografía

Anderson, C. (1994), "NIH Drops Bid for Gene Patents", *Science*, 263: 909.
Aston, D.J. (1996), "Genes, Patents and Insurance", *Nature*, 379: 672.
Barinaga, M. (1995), "'Obese' Protein Slims Mice", *Science*, 269: 475-476.
Beardsley (1998), "An Express Route to the Genome?", *Scientific American*, agosto 1998, http://www.sciam.com/1998/0898issue/0898profile.html

[1] El asunto planteó una polémica acerca del acceso privilegiado a la información sobre las investigaciones que van a publicarse y quedan, teóricamente, bajo custodia (vid. Macilwain, 1995).
[2] Citado por Gibbs (1996, p. 72).

Butler, D. (1998), "World Bank calls for a Fairer Deal on Patents and Knowledge", *Nature*, 395: 529.

Caplan, A.L. y Merz, J. (1996), "Patenting Gene Sequences", *British Journal of Medicine*, 312 (7936).

Carey, N.H. (1996), "Why Genes Can Be Patented", *Nature*, 379: 484.

Caskey, C.T. y Williamson, A.R. (1996), "Merck, SmithKline and Patents", *Nature*, 381: 360.

Cela Conde, C.J. (1997), "Genes, causas y patentes. El callejón tortuoso del Proyecto Genoma Humano", *Revista de Derecho y Genoma Humano*, 6: 169-185.

Cook-Deegan, R.M., Walters, L., Goldstein, D. y McCormack, S. (1996), "Ownership of Human Genes", *Nature*, 382: 17-18.

Dan, C. (1992), "First Round Lost in Battle to Patent Genes", *New Scientist*, 3 octubre 1992: 7.

Dausset, J. y Cann, H. (1994), "Our Genetic Patrimony", *Science*, 264: 1991.

Davison, F. (1996), "Gene Patenting", *Nature*, 379: 111.

De Stefano, P. (1996), "Genomics 101. The Xs and Ys of Legal Rights to Genetic Material", *Intellectual Property Magazine*, diciembre de 1996, http://www.ipmag.com/dec96.html

Dickson, D. (1996d), "Whose Genes Are They Anyway?", *Nature*, 381: 11-14.

Doll, J.J. (1998), "The Patenting of DNA", *Science*, 280: 689-690.

Ducor, P. (1997), "Are Patents and Research Compatible?", *Science*, 387: 13-14.

Eisenberg, R. (1994), "Technology Transfer and the Genome Project: Problems with Patenting Research Tools", *Risk: Health, Safety and Environment*. 5: 163, http://www.fplc.edu/risk/vol5/spring/Eisenber.htm

Elliston, K. (1996), "Merck Gene Index Project" *Human Genome News* , 7 (5): 1, enero-marzo 1996.

Enríquez, J. (1998), "Genomics and the World's Economy", *Science*, 281: 925-926.

Fried, A.H. y Watson, M.E. (1998), "Patenting Genes", *Science*, 281: 517.

Gardner, W. y Rosenbaum, J. (1998), "Database Protection and Access Information", *Science*, 281: 786-787.

Gibbs, W.W. (1996), "La obesidad", *Investigación y ciencia*, 241: 70-77.

Grupo de trabajo sobre las percepciones públicas de la biotecnología (1996), "Las Patentes en Biotecnología". *Boletín de la EFB (European Federation of Biotechnology)*, 2a. ed., 1: 1-4.

Harry, D. (1994), "The Human Genome Diversity Project: Implications for Indigenous Peoples", *Abya Yala News (Quarterly Journal of the South and Mesoamerican IndianRights)*, invierno de 1994, http://aises.uthscsa.edu/natnet/archive/nl/9503/0170.html

Harry, D. (1995), "Patenting Of Life and Its Implications For Indigenous Peoples", *Institute for Agriculture and Trade Policy: Intellectual Property Rights*, 7, enero 1995, http://www.igc.apc.org/iatp/ipr-info7.html

Heller, M.A. y Eisenberg, R.S. (1998), "Can Patents Deter Innovation? The Anticommons in Biomedical Research", *Science*, 280: 698-699.

HGS (1996), "Human Genome Sciences Issued Three U.S. Human Gene Patents", http://www.hgsi.com/news/press/96-04-16_patents.html

HUGO (1995), "Statement on Patenting of DNA Sequences", http://www.ornl.gov/TechResources/Human_Genome/archive/hugo.html

Human Genome News (1996), "Genetic Privacy and Property: Perspectives from Capitol Hill", 8 (1), julio-septiembre de 1996, http://www.ornl.gov/TechResources/Human_Genome/publicat/hgn/v8n1/03capebi.html

Lehrman, S. (1996), "Anthropologist Cleared in Patent Dispute", *Nature*, 380: 374.

Levobitz, R.M. (1996), "Ownership of Human Genes", *Nature*, 382: 17.

Macilwain, C. (1995), "Embargo System Under Siege on Wall Street over Obesity Gene", *Nature*, 376: 374.

Macilwain, C. (1998), "When Rethoric Hits Reality in Debate on Bioprospecting", *Nature*, 392: 535-540.

Marshall, E. (1996), "Patent Office Faces 90-Year Backlog", *Science*, 272: 643.

Masood, E. (1996), "Gene Tests: Who Benefits From Risk?", *Nature*, 379: 389-392.

Mayr, E. (1983), *Animal, Species and Evolution*, Cambridge, Harvard University Press.

Moss, G. y Cohen, S. (1994), "Time to Abandon Brussels Bind on Patents", *Nature*, 372: 384.

Nakamura, M.T. (1995), "Another *Obese* Gen Function", *Nature*, 374: 124.

Nature (1996), "One Way Out of a Patent Quagmire", *Nature*, 381: 175.

Nature (1997), "Academy Backs Calls for Caution on Gene Sequence Patents", *Nature*, 387: 840.

Nature (1997), "Euro-vote Lifts Block on Biotech Patents", *Nature*, 388: 314.

O'Brien, C. (1996), "Gene Perplexes Epilepsy Researchers", *Science*, 271: 1672.

Patent and Trademark Office (1994), "Transcripts of the Public Hearing on the Patenting of Biotechnological Inventions Before the United States Department of Commerce Patent and Trademark Office", http://www.uspto.gov/web/offices/com/hearings/biotech/biotrans.html

Pennacchio, L.A., Lehesjoki, A.E., Stone, N.E., Willour, V.L., Virtaneva, K., Miao, J., D'Amato, E., Ramírez, L., Faham, M., Koskimieni, M., Warrington, J.A., Norio, R., de la Chapelle, A., Cox, D.R. y Myers, R.M. (1996), "Mutations in the Gene Encoding Cystatin B in Progressive Myoclonus Epilepsy (EPM1)", *Science*, 271: 1731-1734.

Poste, G. (1995), "The Case for Genomic Patenting", *Nature*, 378: 534-536.

Price, R. y Cohen, S. (1994), "A Moral Question for Patent Legislation", *Nature*, 369: 589.

RAFI (1993), "Patents, Indigenous Peoples, and Human Genetic Diversity", RAFI Communique, Rural Advancement Foundation International, Ottawa, Canadá, mayo de 1993.

RAFI (1994), "The Patenting of Human Genetic Material", RAFI Communique, Rural Advancement Foundation International, Ottawa, Canadá, enero-febrero de 1994.

Sagoff, M. (1996), "Animals as Inventions: Biotechnology and Intellectual Property Rights," *Institute for Philosophy and Public Policy* vol. 16, núm. 1, invierno de 1996, http://epn.org/ippp/sagoff1.html

Shapiro, D. (1996), "Ethics of Genomic Patenting", *Nature*, 379: 294.

Silverstein, H. y Tallent, W. (1992), "A Question of Ownership-Patent Rights on Genome Maps Clarified", *Probe. Newsletter for the USDA Plant Genome Research Program*, vol. 2, núm. 3, otoño de 1992, http://www.nalusda.gov/pgdic/Probe/v2n3/aques.html

Stubb, L. (1996), "How Closely Related are Mice and Humans? ", *Human Genome News. Genome FAQs*, julio-septiembre de 1996; 8 (1), http://www.ornl.gov/hgmis/publicat/hgn/v8n1/16faq.html

Taubes, G. (1995), "Scientists Attacked for 'Patenting' Pacific Tribe", *Science*, 270: 1112.

Wadman, M. (1996), "Commercial Interests Delay Publication", *Nature*, 379: 574.

Williams, N. (1997), "Europen Parliament Backs New Bipotent Guidelines", *Science*, 277: 472.

Williamson, A.R. y Elliston, K.O. (1994), "Ownership and Human Genome", *Nature*, 372: 10.

Zhang, Y., Proenca, R., Maffei, M., Barone, M., Leopold, L. y Friedman, J.M. (1994), "Positional Cloning of the Mouse Obese Gene and Its Human Homologue", *Nature*, 372: 425-432.

Una justificación liberal de la clonación

Rodolfo Vázquez

El 23 de febrero de 1997, *The Observer* dio la noticia de que Ian Wilmut, un científico escocés, y sus colegas del Roslin Institute, habían clonado exitosamente una oveja a través de una técnica novedosa: el trasplante del material genético de una oveja adulta, obtenido de una célula somática diferenciada, en un óvulo del cual había sido removido su núcleo.[1] El nombre de Dolly, nacida el 5 de julio de 1996, circuló por todo el mundo con la noticia de su nacimiento, la proliferación de cuestionamientos éticos, religiosos, jurídicos y políticos[2] que han confirmado, una vez más, la idea de que en las "cuestiones límite" los problemas tienen que ver con el individuo considerado en toda su integridad humana y no en una sola de sus parcelas. El filósofo tiene mucho que decir al respecto

---

UAM

Agradezco a Florencia Luna y al arbitraje anónimo de *Perspectivas bioéticas en las Américas*, por las sugerencias y los comentarios críticos a la primera versión de este trabajo

[1] Los resultados fueron dados a conocer en *Nature* (1997) bajo el título "Viable Offspring Derived from Fetal and Adult Mammalian Cells". Para una explicación científica y algunas implicaciones sociales y éticas sobre la clonación, véase Ruben Lisker y Ricardo Tapia, "Clonación en humanos", *Ciencia*, Revista de la Academia Mexicana de Ciencias, vol. 48, no. 3, septiembre de 1997, y Horacio Merchant Larios, "Clonación en mamíferos: bases biológicas e implicaciones científicas, prácticas y éticas", *Ciencia*, Revista de la Academia Mexicana de Ciencias, vol. 48, no. 4, diciembre de 1997.

[2] En junio de 1997 se dio a conocer el documento *Cloning Human Beings. Report and Recommendations of the National Bioethics Advisory Commission* solicitado por el Presidente Bill Clinton a dicha Comisión y en el que se recomienda prolongar el periodo de moratoria propuesto por el propio Presidente en febrero del mismo año con el fin de garantizar, si fuera el caso en el futuro, una mayor seguridad y eficacia del procedimiento en seres humanos. Mientras tanto, la misma Comisión recomienda abrir y mantener el debate nacional en torno a los aspectos ético-sociales involucrados y prohibir, mientras se alcanza un consenso, todo intento de crear un ser humano por clonación a partir de una célula somática.

y, si es cierto que en esta época "la medicina ha salvado la vida de la ética",[3] entonces "el filósofo de la moral que no pueda prestar su ayuda en los problemas de la ética médica, debe cerrar el negocio".[4]

En las páginas que siguen intentaré justificar éticamente la clonación. Con este propósito he dividido el trabajo en dos apartados. En el primero presentaré algunos supuestos básicos, que me servirán de fundamento para la justificación, mismos que enmarcaré de manera general en una concepción ética de corte liberal; y en el segundo, analizaré algunos de los argumentos más significativos en contra de esta posición —recogidos y reconstruidos a partir del debate actual— con sus posibles soluciones.

I.

La ética liberal, que tomaré como marco conceptual, parte de al menos dos principios normativos fundamentales que la definen y distinguen de otras éticas posibles: el principio de autonomía y el principio de dignidad personales. Estos principios podrían enunciarse de la siguiente manera:

Principio de autonomía personal.

Siendo valiosa la libre elección individual
de una pluralidad de planes de vida,
el Estado y los demás individuos no deben intervenir en esa elección
limitándose a diseñar instituciones
que no sólo impidan la mutua interferencia
para la persecución de tales planes de vida
sino que, incluso, la faciliten.[5]

Principio de dignidad personal.

Siendo valiosa la humanidad en la propia persona
o en la persona de cualquier otro,

[3] *Cfr.* Stephen Toulmin, "How medicine saved the life of ethics", citado por Ernesto Garzón Valdés, "¿Qué puede ofrecer la ética a la medicina?", en *Isonomía*, no. 8, ITAM-Fontamara, México, abril de 1998, p. 7.

[4] Richard Hare, *Ethics on Bioethics*, Clarendon Press, Oxford, 1993, p. 1.

[5] Para un desarrollo de este principio y sus consecuencias éticas, véase Carlos S. Nino, *Ética y derechos humanos*, Astrea, Buenos Aires, 1989, cap. V.

no debe tratársela nunca como un medio sino como un fin en sí misma
y no debe imponérsele contra su voluntad
sacrificios o privaciones que no redunden en su propio beneficio.

Un liberal parte del supuesto de que toda elección individual, en tanto es libre, y por ese solo hecho, es valiosa y acepta que existe una multiplicidad de planes de vida porque los valores en los cuales se sustentan son plurales. No niega la idea de que puedan existir formas de vida mejores que otras pero rechaza cualquier intervención del Estado —o de los individuos— que busque imponer de manera perfeccionista o paternal[6] algún plan de vida o ideal de virtud personal; por lo tanto, proscribe aquellas acciones que perjudiquen la autonomía y el bienestar de terceros. Sin embargo, en el marco del liberalismo que propongo, la función del Estado no se limita únicamente a un deber negativo. También tiene deberes positivos que se traducen en facilitar, promover u ordenar la realización de aquellas acciones que favorezcan los intereses ajenos.

Por otra parte, un liberal supone que una persona no puede ser utilizada como instrumento para la satisfacción de los deseos de otra, ni que puedan imponérsele privaciones de una manera no justificada. Una privación o un sacrificio se justifican sólo cuando la misma persona otorga su consentimiento, es decir, hace valer su autonomía personal.

Entre los planes de vida posibles se encuentran, también, aquellos que se sustentan en convicciones religiosas. En tanto libremente elegidos son tan valiosos como cualquier otro plan de vida y su límite es, igualmente, el daño en la autonomía y bienestar que pudieran causar en terceros al momento de su puesta en práctica. El liberal no está reñido con las convicciones religiosas, él mismo puede tener las propias, pero está consciente que los principios religiosos carecen de prueba y son inmunes al razonamiento. En este sentido, la religión no es una condición ni necesaria ni suficiente para la moral, mucho menos para el derecho. Por ello el liberal entiende que un ordenamiento jurídico debe estar dirigido tanto para creyentes como para no creyentes, agnósticos o ateos. En palabras de Martín D. Farrell:

> Los principios religiosos son —necesariamente— de tipo metafísico, insusceptibles de prueba, dogmáticos, autoritarios y, en buena medida, inmunes al razonamiento. En la filosofía occidental se considera a los sentimientos religiosos generalmente como carentes

[6] Tanto el perfeccionismo como el paternalismo suponen que no sólo existen planes de vida que son mejores que otros, sino que constituyen la realización de ideales de excelencia, sino que en el primer caso esos ideales han de ser impuestos para llegar a las personas a ser mejores, y en el segundo para evitar que se dañen a sí mismos. En personas adultas ambas proposiciones violentan el principio de autonomía personal.

> de prueba, y las pruebas que han tratado de buscarse se han considerado como inválidas. El orden jurídico, por su parte, está dirigido a todos, creyentes o no creyentes. Para cualquier contenido del orden jurídico hay que dar razones, proporcionar argumentos. Hay que discutir, y no dogmatizar.[7]

Consecuencia de lo anterior es que, para un liberal, sólo los seres humanos, a través de sus elecciones individuales, pueden ser susceptibles de una valoración moral. Ni las entidades sociales ni, mucho menos, los seres naturales inertes o biológicos, individuales o colectivos, son objeto de calificación moral. Sacralizar el carácter biológico del ser humano ha llevado a no pocos moralistas a excluir todo tipo de intervención humana en los procesos naturales dando lugar a éticas dogmáticas que inevitablemente terminan confundiendo la moral con la religión. Este tipo de ética parece ignorar algo por lo demás obvio, a saber, que prácticamente toda la historia de la medicina se puede leer como una lucha contra lo natural.

Es un hecho que en muchas sociedades actuales, entre los diversos planes de vida, son empleados y aceptados modos alternativos de procreación y formatos de familia distintos al de la pareja heterosexual con unión matrimonial formal. Vale la pena recordar las posibilidades existentes para tener un panorama lo más amplio posible de tales alternativas. He intentado ordenarlas en forma descendente de aceptación social consciente de su alcance subjetivo:

- Niños nacidos de parejas heterosexuales en uniones matrimoniales formales o *de facto* estables.
- Niños nacidos de matrimonios previos o de uniones *de facto*, pero ahora, o bien están en una situación uniparental o en una familia reincorporada después del divorcio y nuevo matrimonio.
- Niños adoptados en otra familia, a través de adopción "tradicional" donde la madre que renuncia no tiene contacto con el niño que dio en adopción y el niño no tiene información sobre sus orígenes; o de adopción "abierta" donde la madre que renuncia puede mantener contacto con el niño y el niño puede tener acceso a la información sobre sus orígenes; o de adopción donde la madre que renuncia toma parte en la selección de los padres adoptivos.
- Niños nacidos de una situación de padres solteros o de madres solteras.
- Niños nacidos de los gametos de una pareja heterosexual a través de la inseminación artificial o de la fecundación *in vitro* y transferencia de embrión.

[7] Martin D. Farrell, *La ética del aborto y la eutanasia*, Abeledo-Perrot, Buenos Aires, 1985, p. 13-14.

- Niños nacidos de parejas heterosexuales mediante la inseminación artificial de un donante.
- Niños nacidos de los gametos de donantes o de embriones de donantes mediante la fecundación *in vitro* y traslado de embrión.
- Niños nacidos por acuerdo de alquiler donde la madre sustituta aporta o no el óvulo.
- Niños nacidos de parejas homosexuales (lesbianas) a través de inseminación artificial de un donante.
- Niños adoptados por parejas de homosexuales masculinos.[8]

Y llegamos al modo de procreación que nos interesa:

- Niños que podrán nacer por clonación a partir de la transferencia de núcleo en un óvulo, transferencia que puede realizarse a partir de una célula somática de hombre o de mujer. En este último caso, con la posibilidad de que la mujer use su óvulo para clonar con una célula somática propia.

Desde un punto de vista liberal, la tolerancia y aceptación de la mayoría de estos odos alternativos de procreación y formatos de familia, y en varios de ellos su tificación legal, ha permitido hablar en nuestros días de un "derecho a la libertad de ocreación" —que supone tanto la colaboración coital como la no coital— y, nsecuentemente, un derecho de acceso, sin discriminación alguna, a las nuevas formas · la tecnología de reproducción.[9]

En este sentido, si como hemos dicho, un liberal no está reñido con las convicciones ligiosas, no puede sorprender que un pensador que se confiesa católico, como es el so de Max Charlesworth, justifique bajo el principio de autonomía personal los :rechos a la libertad de procreación y de acceso a las nuevas tecnologías de producción. En el contexto de nuestras sociedades tradicionalmente cristianas vale pena citar algunos párrafos de este autor:

> [...] Yo mismo soy cristiano, y siempre he pensado que a la vez que los cristianos mantienen sus propios valores morales, deberían también preocuparse especialmente de defender el valor de la autonomía personal. Ha habido una larga tradición de pensamiento teológico

on algunas ligeras modificaciones tomo esta tipología de Max Charlesworth, *La bioética en una sociedad liberal*, mbridge University Press, 1996, p. 76-77.
fr. ibid., p. 78 y ss.

cristiano (quizás más respetado a la hora de infringirlo que de cumplirlo), que enfatiza la primacía de la 'conciencia individual'. Santo Tomás de Aquino, por ejemplo, dice que es un pecado ir en contra de los dictados de la propia conciencia. [...] Por lo tanto, los cristianos, así como cualquier otro, pueden de una forma válida mantener y promover sus posiciones morales respecto a los temas aquí tratados, pero si son ciudadanos de una sociedad liberal, no simplemente tolerarán sino que respetarán el derecho de conciencia de sus conciudadanos de mantener posturas contrarias, sin buscar que sus puntos de vista sean impuestos por el Estado.[10]

II.

¿Qué objeciones se han alegado contra la clonación?

1. Se ha dicho que la clonación atenta contra las convicciones religiosas en el sentido de que el ser humano se atribuye a sí mismo prerrogativas divinas interviniendo en la formación artificial de la vida de nuevos seres y eliminando óvulos fecundados o pre-embriones que son ya personas desde el momento de la concepción. Esta calidad de persona, se arguye, queda justificada en tanto Dios infunde un alma que los hace a "imagen y semejanza" suya. De esta manera, cualquier intervención atentaría contra el principio de dignidad personal y constituiría una ofensa a la voluntad divina.
2. Las intervenciones científicas en la conformación genética del ser humano violentan el orden y la sabiduría de la naturaleza. Frases como "la naturaleza *defiende* la identidad genética de los seres vivos" o "la naturaleza *apuesta* a la diversidad" o "la naturaleza *sabe* lo que hace" son expresiones que manifiestan una cierta "racionalidad" inherente a los procesos naturales: un *telos* que orienta el curso de lo natural. La técnica de la clonación violentaría ese *telos* provocando un desorden que podría agravar el ya frágil equilibrio de la naturaleza.
3. Los riesgos que conllevan las intervenciones científicas son tan grandes y sus efectos tan remotos que deberían estar éticamente prohibidas. La incertidumbre sobre los riesgos tiene que ver, por ejemplo, con los daños físicos que la clonación podría provocar en los clones resultantes.
4. Una de las hipótesis posibles es que si las mujeres decidieran clonar con su óvulo y célula somática se estaría violando el derecho a ser concebido heterosexualmente en una familia con doble figura genital. Además, no parece

[10] *Ibid.*, p. 3 y 5.

claro que se deba salvaguardar sin limitación alguna la autonomía de la mujer toda vez que existe un alto riesgo de provocar en la criatura clonada severos daños emocionales.

5. Si en toda sociedad liberal democrática se requiere de la participación libre y racional de sus integrantes para aspirar a un consenso discursivo sobre aquello que les es conveniente o inconveniente, éste no parece ser el caso con los nuevos métodos de reproducción: no se ha tomado en cuenta, por ejemplo, el consentimiento de las criaturas fruto de la clonación ni de las generaciones futuras.
6. Se pone en peligro la identidad del individuo clonado al tener el mismo material genético que el clonador con la consecuencia no deseable de que la transparencia de su genoma lo convierta en un ser vulnerable a la manipulación y consiguiente pérdida de su libertad. Se estaría atentando contra el derecho de todo individuo al propio genoma irrepetible que garantice su identidad.
7. La clonación trastocaría, en alto grado, todas las relaciones filiales y de parentesco existentes y consagradas en la generalidad de los ordenamientos jurídicos contemporáneos.

De acuerdo con el marco teórico expuesto en la primera parte, es decir, con una ética liberal, las respuestas a estas objeciones podrían ser las siguientes:

A la 1. En toda argumentación debemos dejar de lado la creencia religiosa "ya que ella es, por definición, intransferible y no ofrece otra razón como no sea la propia creencia subjetiva de que algo es o debe ser".[11] De imperar este tipo de argumentos llegaríamos a la situación, nada deseable en una sociedad democrática, de que los agnósticos y ateos quedarían excluidos del discurso racional. Por lo que hace al debate abierto sobre el momento en el que se puede hablar de "persona" en relación al ser que se está gestando en el seno materno, debemos excluir el argumento de que aquélla ya existe desde el instante de la concepción en tanto Dios le infunde un alma que es imagen y semejanza suya. Ésta es una creencia religiosa subjetiva, respetable, pero no admisible como premisa de un argumento racional. Si dejamos la perspectiva religiosa y planteamos la pregunta en términos de si el pre-embrión o el embrión tienen un valor moral intrínseco que nos imponga la exigencia de proteger su dignidad personal contra toda posible manipulación genética, el problema resulta más interesante, pero este problema no es privativo del método por clonación sino de cualquier método por fecundación asistida. El consenso en favor de estos métodos, tanto desde el punto de

[11] Ernesto Garzón Valdés, *op. cit.*, p. 10.

vista moral como jurídico, es cada vez mayor y no parece haber buenas razones para pensar que en un futuro tal consenso se revierta. En cualquier caso me parece concluyente la posición de Margarita Valdés cuando, siguiendo la concepción metafísica "descriptiva" de la persona, propuesta por Strawson, sostiene que no existen propiedades psicológicas en los primeros meses de gestación del feto que impongan exigencias morales específicas y que, por lo tanto, permitan pensar que estamos en presencia de una persona moral.[12]

A la 2. La naturaleza, como tal, no es objeto de valoración moral. No es ni buena, ni sabia, ni promueve, ni defiende ningún curso de acción. Todas estas atribuciones no son sino extrapolaciones antropomórficas carentes de sustento racional. Lo único que puede ser objeto de valoración ética son las decisiones de los científicos. Pero aquí el problema tiene que ver con otra serie de interrogantes: ¿Existen formas de conocimiento que no deberíamos saber? ¿Tiene alguna eficacia la instrumentación de controles normativos, éticos o jurídicos, en el saber? El tema es muy complejo y no pretendo abordarlo en este trabajo. Me limito a expresar mi acuerdo con Garzón Valdés en el sentido de que, sobre un trasfondo de gran incertidumbre, parece que el mejor servicio que puede prestar la ética a la medicina es el de no imponerle barreras y recomendar la apelación a razones prudenciales en cuanto a la aplicación de las investigaciones científicas.[13]

A la 3. Es verdad que las decisiones en cuanto a la experimentación en ingeniería genética y, específicamente, por lo que respecta a la clonación, se dan en situaciones de riesgo e incertidumbre. Es prácticamente imposible contar con elementos seguros que permitan concluir inequívocamente sobre la bondad o maldad ética de estos experimentos. El dilema al que se enfrentan el ético como el jurista es el de "o bien [favorecer el desarrollo de la ciencia y la tecnología y] proteger a la sociedad de males desconocidos pero imaginables o bien congelar el desarrollo de la ciencia y la tecnología y privar a la sociedad de bienes desconocidos pero imaginables".[14] Creo que se puede apostar por el primer cuerno del dilema si vamos acotando lo permitido ante los avances en el propio proceso de experimentación. Así, por ejemplo, parece existir consenso ante la prohibición de generar híbridos producto de células animales con humanas. Pero ha sido en el proceso mismo de la experimentación que comenzaron a vislumbrarse, con todas sus implicaciones, estas posibilidades, cosa que hubiera sido imposible de haberse congelado radicalmente toda investigación. Con todo, hay que admitir que el tránsito de la ficción

[12] *Vid.* Margarita Valdés, "El problema del aborto: tres enfoques", en Oswaldo Guariglia (ed.), *Cuestiones morales. Vol. XII de la Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía*, Trotta, Madrid, 1996.

[13] Ernesto Garzón Valdés, *op. cit.*, p. 27-28.

[14] *Ibid.*, p. 24.

a la realidad, y todo el asombro que ello nos provoca, no podrá desembarazarse jamás de ese halo de incertidumbre y ante esto: "sobre el trasfondo de la ignorancia, el pesimista estará en contra de todo experimento y el optimista, a favor".[15]

A la 4. La cuarta objeción sólo tiene sentido en el supuesto de que solamente los formatos tradicionales de familia y el matrimonio heterosexual y monógamo, sean los únicos éticamente correctos para procrear. Esta exclusividad contradice los principios de una sociedad liberal y, en concreto, atenta contra el principio de autonomía personal del que se infiere el derecho a la libertad de procreación y de acceso a las nuevas tecnologías de reproducción. Entre éstas, por supuesto, la posibilidad de que en una pareja homosexual (lesbianas) se permita la inseminación artificial o la clonación. Es en este contexto que tiene sentido hablar del derecho de acceso a las tecnologías de reproducción como no discriminatorio, es decir, a las que puedan acceder no sólo las personas o parejas infértiles, como una especie de último recurso, sino las mismas personas o parejas fértiles si así lo consideran necesario para la organización de su plan de vida. A este respecto, comparto la opinión de la jurista norteamericana Lisa Ikemoto cuando sostiene que:

> La procreación de colaboración no coital presenta un conjunto más amplio de opciones comparada con la reproducción a través de las relaciones sexuales, dando a los participantes la oportunidad de determinar el origen del material genético, el método y el tiempo de la concepción, la mujer que lleva el niño y las personas que lo educarán. La viabilidad en la ampliación del conjunto de opciones proporciona a los individuos un mayor control sobre su destino genético, biológico y psicosocial y por lo tanto mayor autonomía. La Constitución [norteamericana] debe proteger la autonomía de decisión en la procreación, ya que nuestro concepto de libertad requiere que el gobierno deje libres a los individuos para determinar temas tan fundamentales a su persona.[16]

A la 5. El argumento de la falta de consentimiento de las criaturas y de las futuras generaciones es aplicable a todo método de reproducción; no únicamente al de la clonación. Este argumento presupone que las criaturas están en condiciones de prestar su consentimiento a dos hechos previos: la elección del padre o de la madre o de ambos y, sobre todo, la misma procreación. Este consentimiento es, a todas luces, fácticamente imposible. Lo único que se requeriría, en el ámbito de una sociedad liberal democrática, "es que los hijos concebidos no se encuentren en una situación ambiental o individual peor que la de sus padres"[17] y, si es posible, mejor que la de ellos. En concreto, con

[15] *Ibid.*, p. 23.
[16] Citado por Max Charlesworth, *op. cit.*, p. 77-78.
[17] Ernesto Garzón Valdés, *op. cit.*, p. 25.

respecto a la clonación, no veo alguna razón de peso para pensar que una criatura clonada pudiera, *per se*, sufrir algún daño. Más aún, si genéticamente pudieran evitársele algunas enfermedades hereditarias transfiriendo un núcleo saludable de una célula somática, nos situaríamos en el supuesto de un beneficio y no de un perjuicio. No encuentro ningún argumento ético para prohibir la manipulación genética si con ella se asegura un mejor estado de salud física y mental.

A la 6. No es aceptable la tesis de que la omnisapiencia implique la pérdida de libertad, que el conocimiento total del genoma humano o que la transferencia de núcleo en un óvulo suponga la pérdida de la identidad personal. Esto sólo valdría para el caso de que el determinismo fuera verdadero, es decir, que todos las acciones humanas fueran predecibles.[18] Pero si se admite la existencia de acciones humanas temporales y por lo tanto impredecibles, la omnisapiencia es compatible con la libertad. Creo que difícilmente se puede negar, con buenos argumentos, que existe un margen de incertidumbre humanamente insuperable. Mi identidad biográfica se va conformando paulatinamente por ese sinnúmero de causas futuras. Coincido en este punto con Horacio Merchant Larios cuando afirma:

> Aunque la especie humana como producto de la evolución comparte su naturaleza biológica con el resto de los seres vivos, los humanos poseemos una 'conciencia individual' que nos distingue cualitativamente aun de nuestros parientes primates más cercanos. Esa conciencia se desarrolla después del nacimiento gracias a la interacción con nuestro entorno social. Un individuo clonado *desarrollará* su propia 'conciencia de sí mismo' y ésta nunca *será* la misma que la del donador del núcleo somático, ya que el entorno social es históricamente irrepetible.[19]

A la 7. A la última objeción con respecto al trastorno jurídico, por ejemplo en materia civil y penal, que se provocaría debido a los cambios en las relaciones de parentesco, filiación y sucesiones, la única respuesta que se me ocurre es apelar a la sensatez del jurista y del legislador. La prudencia de este último, su razón estratégica, podrá indicarle que los cambios en la legislación se hagan de manera gradual y no radical, a través de una nueva ley que contemple todas estas novedades o de reformas a la ya existente, todo ello dependiendo de las circunstancias históricas y sociales de cada comunidad y de una seria y responsable labor interdisciplinar en la que juristas, científicos, filósofos y las propias instituciones unan esfuerzos en la formación de una nueva cultura ético-jurídica y científica. Pero una cosa es la estrategia de política pública

[18] *Cfr.* Eugenio Bulygin, "Omnipotencia, omnisciencia y libertad", citado por Ernesto Garzón Valdés, *op. cit.*, p. 16.
[19] Horacio Merchant Larios, *op. cit.*, p. 57.

a seguir y otra, muy distinta, cerrar los ojos a la nueva realidad que, sin lugar a dudas, representa un reto a la imaginación del jurista. Es de desear que en la tan esperada reforma al Código Civil para el Distrito Federal (México), en vigor desde 1932, y en las propuestas de modificación a la Ley General de Salud, las comisiones de dictamen legislativo no sólo consideren todas las novedades y posibilidades que introducen las nuevas técnicas médicas sino que, con un espíritu plural, se escuchen todos los planteamientos éticos posibles sin excluir los de una ética liberal.

No son éstas, por supuesto, las únicas objeciones formuladas con respecto a la clonación, ni he pretendido presentar estas respuestas como si entre los propios liberales hubiera un consenso unánime sobre las mismas. El tema presenta, sin lugar a dudas, una gran variedad de aristas difíciles de sintetizar y de integrar en un todo coherente de significado. El debate está abierto, pero lo que sí parece claro —y en esto hay unanimidad— es que los riesgos y la incertidumbre ante la novedad de este método de reproducción exigen la mayor de las cautelas posibles. Comparto, en este sentido, las preocupaciones y la prudencia manifestadas por los científicos mexicanos, Rubén Lisker y Ricardo Tapia, cuando recomiendan enfáticamente no realizar la clonación en humanos "por lo menos, hasta que la eficiencia sea muy elevada y después de que se haya desarrollado en otras especies de mamíferos y los resultados hayan sido analizados".[20] Ambos coinciden en que la clonación sin riesgos será posible en un periodo no mayor de quince años. Unos años más o unos menos, finalmente, el reclamo de estos científicos a los filósofos y a los juristas es el no perder de vista que ante la posibilidad del ser humano clonado "éste tenga los mismos derechos que los demás",[21] es decir, sea un ser digno de igual consideración y respeto que los otros individuos. Parece ser ésta otra de las exigencias incuestionables. Si es así, si la prudencia en la instrumentación del método y la salvaguarda del principio de dignidad sirven de alerta a la expansión del conocimiento humano, entonces el camino se allana para la formación no de "engranajes de una máquina" o de "factores de un sistema" sino para el florecimiento de la autonomía personal y la posibilidad de una mayor convivencia plural entre los individuos.

[20] Rubén Lisker y Ricardo Tapia, *op. cit.* p. 9.
[21] *Ibid.*, p. 11

Organismos genéticamente modificados: la perspectiva ética

Celso Vargas

Los hombres reflexivos se ven perennemente enfrentados a una triple tarea crítica: la de aclarar el sentido de las directrices de la investigación científica en las concepciones sobre el puesto del hombre en la naturaleza; la de hacer explícitos los métodos intelectuales por los que se logran creencias responsablemente profesadas; y la de interpretar las instituciones y creencias heredadas a la luz de los nuevos conocimientos; todo esto para mostrar la permanente sabiduría encarnada en ellos.

NAGEL (1954) *La Razón Soberana*

En relación con los desarrollos científicos y tecnológicos en general, y en el caso de los de la Ingeniería genética en particular, se puede encontrar una gama de posiciones éticas delimitadas por dos concepciones extremas: La visión contemplativa de la naturaleza y la visión intervencionista de la misma. La primera de estas visiones asociada, normalmente, con las visiones éticas y filosóficas más tradicionales y que propone la

Instituto Tecnológico de Costa Rica, email: cvargas@mimas.cic.itcr.ac.cr

Deseo agradecer muy especialmente al Profr Mario Alfaro, por la lectura de un borrador de este trabajo y por sus valiosas sugerencias.

no intervención en el orden del cosmos, y que puede atribuir, por tanto, para mencionar un caso extremo, los males de nuestra sociedad a los modelos de intervención típicos de las ciencia y la tecnología modernas. La segunda visión sería defendida por grupos de científicos y tecnólogos, y quizá filósofos orientados a la ciencia y la tecnología. Pero, como señala Ladriere (1978) es en la ciencia y la tecnología modernas donde se muestra con mayor claridad este carácter intervencionista.

Entre ambos extremos pueden ubicarse diferentes posiciones éticas dependiendo de los supuestos adicionales que se adopten, en particular, los relacionados con cuánta intervención es deseable. Por ejemplo, y refiriéndonos a la ingeniería genética aplicada a humanos, los códigos de ética, prohiben que se experimente con células dianas por las consecuencias que pueden tener las modificaciones genéticas para la descendencia del individuo en cuestión. En este artículo se consideran una visión ética particular enmarcable en medio camino entre ambas posiciones, y que toma como punto de partida el concepto de "riesgos" asociado este con las intervenciones genética. Se impone, pues, previamente una caracterización somera de los OGMs, de las técnicas y de los campos de aplicación.

1. Los OGMs, técnicas y campos de aplicación

En este trabajo se utiliza el concepto de "OGM" de manera bastante general, para referirse tanto a microorganismos como a organismos más complejos. En ocasiones se introducen otros términos para distinguirlos, por ejemplo, "animales genéticamente modificados", "plantas genéticamente modificadas" y "microorganismos genéticamente modificados". En este artículo no se sigue esta distinción, pues los procedimientos descritos y utilizados son de naturaleza bastante general, salvando algunas diferencias relacionadas con el tipo de células, proteínas, etc., en cuestión.

Entenderemos por OGMs a cualquier organismo que ha recibido, mediante técnicas genéticas del tipo que describimos en esta sección, información genética foránea y que expresa a nivel fenotípico algunas de las características de ese ADN recibido.

1.1. Descripción de algunas técnicas

La modificación de organismos a nivel genético se lleva a cabo mediante un conjunto de técnicas agrupadas bajo lo que se conoce como "ADN recombinante". El proceso básico de recombinación consiste en tres etapas principales: 1. El aislamiento de un fragmento de ADN que tenga una característica de interés determinada, 2. La unión de ese fragmento de ADN a una molécula que tenga capacidad de replicación y 3. La

utilización de un medio que permita la propagación de la unidad fisionada en un contexto determinado.

La primera etapa se lleva a cabo utilizando principalmente enzimas de restricción, obtenidas normalmente de bacterias, las cuales tienen varias propiedades importantes: son células procariotes, es decir, carecen de núcleo, su material genético está presente en toda la célula y, finalmente, su ADN está organizado en un único cromosoma. La segunda etapa, la unión de fragmentos de ADN se lleva a cabo por otro grupo de enzimas de restricción. En 1972 cuando se realizó la primera unión se utilizó una polimerasa obtenida de tejido animal, mediante la cual se permite agregar nucleóticos a una cadena de ADN. Actualmente se utiliza un grupo bastante grande de enzimas de restricción para las dos primeras etapas (Freifelder, 1992; León, 1997).

La tercera etapa se lleva a cabo por medio de vectores o plásmidos, fagos y virus. Como señala Freifelder (1992: 706), los vectores deben cumplir las siguientes tres propiedades:

1. Deben ser capaces de replicarse.
2. Debe existe algún medio de introducir el vector de ADN en la célula.
3. Deben existen algunos medios para detectar su presencia, preferiblemente mediante pruebas de plaqueado o mediante platos petri.

Se utilizan a nivel experimental un número muy importante de vectores, que difieren en varios respectos: su capacidad de transporte de nucleótidos, el medio utilizado de inserción como ADN y la capacidad de replicación. En el caso de los virus, tal y como se están utilizando en terapia génica, hay varios candidatos, entre ellos, los retrovirus lo más ampliamente utilizados, tienen una capacidad de transporte modesto (4500 nucleóticos) pero una enorme capacidad de insertarse como ADN así como una extraordinaria capacidad de replicación. Sin embargo, presenta dos desventajas: primero, se integra el genoma celular pudiendo estar en capacidad de activar oncogenes y segundo, dada la poca capacidad de transporte se requieren cantidades muy altas de retrovirus para llevar a cabo cierta labor, alrededor de 105 a 107 retrovirus por milimetro de medio de cultivo (Mehtali, 1996). Le siguen en importancia, los Adenovirus, que pueden transportar hasta 30 000 nucleótidos. Pero existen problemas técnicos aun no resueltos, entre ellos, el poseer todavía genes víricos que pueden tener efectos nocivos sobre el individuo. Le siguen el Herpes Simplex tipo I con una extraordinaria capacidad de transporte de alrededor de 153 000 nucleótidos. Finalmente, el SV40, que infecta las células animales y posee una capacidad máxima de transporte de 3 X 10 6 unidades de peso molecular.

Existen otros métodos utilizados para realizar la inserción de ADN en un vector determinado. Queremos comentar únicamente uno de ellos, por su relación con uno de

los procesos naturales mediante los cuales se conoce que el ADN se modifica durante la vida del individuo. Este método hace uso de la transcriptasa inversa, un procedimiento muy utilizado por los transposones (Rennie, 1993), incluyendo cierta clase de virus. En este procedimiento se utiliza una molécula de ARN para acoplar y sintetizar una copia de ADN con doble cadena. Esta molécula es denominada ADN complementaria (c-ADN). Es el c-ADN el que se inserta en el ADN. Recuérdese que la teoría tradicional únicamente permite la transcripción en una sola vía: del ADN al ARN-mensajero y de éste al péptido. En este otro caso, se utiliza el proceso inverso, se pasa de ARN a ADN utilizando la transcriptasa inversa. Es ampliamente aceptado en este momento la replicación en doble vía.

Como parte de las técnicas de ADN-recombinante es necesario contar, como se mencionó anteriormente, con ciertos medios para la detección de moléculas recombinantes en aquellos casos en los que se ha insertado un segmento de ADN. Se han desarrollado con este propósito. Estos pueden ser muy diversos. En algunos casos dependen del tipo de vector involucrado, en otros de marcadores visibles o detectables por otros medios. Por ejemplo, en algunos vegetales se puede inducir ciertas marcas o cambios en pigmentación en aquellos vegetales que han sido recombinados. También se utilizan técnicas similares como marcas en algunas aplicaciones en terapia génica y en transplantes de médula ósea. A manera de ejemplo, quisiera mencionar tres de estos métodos, el primero utilizado para plásmidos, el segundo utilizado para fagos y el tercero en el proceso de transplante de médula ósea. Los dos primeros ejemplos, se pueden encontrar en textos básicos sobre biología molecular. El tercero es tomado de un artículo de Michael Blease (1997).

1. El método para plásmidos es denominado de **inactividad insercional**. Se utiliza normalmente como vector el plásmido pBR322 que posee marcadores de resistencia a dos tipos de antibióticos: la tetraciclina (tet-c) y la ampicilina (amp-r). En este caso, las células transformadas, y antes del plaqueo, son colocadas en un medio que contenga cicloserina y tetraciclina.

   La Cicloserina mata las células en crecimiento, mientras que las células tet-c son únicamente inhibidas, no matadas por la tetraciclina. Así en este medio de crecimiento las células Tet-r (que crecen) son eliminadas y las Tet-s (que son inhibidas) sobreviven. El plaqueo de células tratadas de esta manera en agar conteniendo ampicilina producen colonias Amp-r Tet-s; todas éstas poseen pBR322 conteniendo un fragmento de ADN donado. Freifelder (1992: 715).

2. **El método de reconocimiento de que un fago posee ADN foráneo**. Este método ha sido aplicado para la clonación de genes en el fago E. Coli l. Este fago tiene genes en una región denominada no esencial. Estos genes están localizados en

varias posiciones al centro de las secuencias. Estos segmentos de ADN son removidos. El fragmento resultante es unido vía la secuencia de ADN complementaria de cadena simple. La secuencia resultante presentaría un propiedad determinada, y al insertársele ADN foráneo se cambiaría esta propiedad, permitiendo su detección.

3. **Marcadores en transplantes de médula ósea.** El trasplante de médula ósea es una técnica médica bastante frecuente, en particular en casos de pacientes que sufren de leucemia (cáncer que afecta los leucocitos). El trasplante es un método que se prefiere a los métodos de tradicionales de quimioterapia. Sin embargo, como reporta Blease, se ha observado la reaparición del cáncer de médula ósea. "Dos son las posibilidades que se barajan: que la dosis de radiación administrada sea insuficiente para matar todas las células cancerosas, o bien que pase inadvertida la presencia de células leucémicas en la médula ósea supuestamente libre de enfermedad extraída durante un periodo de remisión" (Blease (1997)). Se ha utilizado secuencias de ADN bacteriano que no está presente en el genoma humano como marcador. Si se encuentran secuencias de ese ADN en cualquier tumor recidivante significaría que éstas provienen del trasplante aplicado. Esta última posibilidad se ha comprobado lo que ha requerido que el trasplante a utilizar sea tratado previamente con el propósito de eliminar cualquier célula cancerosa.

Como puede observarse de esta breve presentación, la utilización de ADN recombinante requiere la utilización en grupo de técnicas con propósitos diversos. Estas técnicas se complementan, como veremos de inmediato, con la técnica de clonación.

1.2. Clonación

La clonación normalmente no se asocia con las técnicas de ADN recombinante. Sin embargo, se está utilizando la técnica de clonación en combinación con otras técnicas para trabajar con OGMs que tenga alguna propiedad particular. Por esta razón se desea presentar, de manera esquemática, esta técnica, sobre todo en el contexto de las prácticas de ADN recombinante.

Por clonación se entiende la obtención de copias genéticamente idénticas de individuos o células. El principio fundamental en el que se basa la clonación es que cada célula germinal tiene contenida toda la información genética para determinar un individuo completo. En un individuo determinado sólo se expresa un porcentaje bastante bajo de esa información, alrededor del 15 %. Esto significa que hay un principio de redundancia de información genética en el organismo.

Se han desarrollado diversos procedimientos de clonación con ese propósito.

1. Existen métodos para clonar solamente una de las cadenas de ADN. Ciertas fagos que pueden ser utilizados como vectores para este propósito. El objetivo de hacer este tipo de clonación es obtener complementaciones-a con las cuales prevenir la aparición de ciertas formaciones, o propiciar la aparición de otras. Por ejemplo, algunas de estas formaciones evitan que el huésped muera, o incrementar la versatilidad del vector, o la síntesis de diferentes enzimas de restricción. Vectores con esta propiedad son clonados y utilizados como vectores recombinantes (Freifelder, 1992).
2. La obtención de bibliotecas de genes. Aquellas modificaciones de genes o moléculas que han sido exitosas, en el sentido de que expresan ciertas características son clonadas con el propósito de garantizar las características expresadas. Esto reduce considerablemente los costos al tener que aplicar, cuando se necesite, nuevamente el procedimiento. Se cuenta con bancos de genes para algunas cepas de la bacteria *E.Coli*. Se utilizan los métodos de genética de poblaciones para estimar la probabilidad de que los individuos en un banco X expresen la propiedad en cuestión.
3. Otra aplicación de la técnica de clonación, en este momento a nivel teórico, es la siguiente: Pruebas prenatales pueden detectar si el embrión presenta ciertas afecciones genéticas asociadas con un solo gen. Se pueden obtener por clonación una copia del embrión, poner en un medio de cultivo adecuado, e inducir, por las técnicas de ADN-recombinante, una modificación del gen defectuoso. Una vez realizado esto, se reemplaza el embrión defectuoso por el nuevo, obteniendo de este modo una copia idéntica al original, pero sin el defecto en cuestión. Una técnica como esta evitaría que se tenga que recurrir a los métodos usuales de abordo. Se preve la posibilidad de aplicarla incluso en etapas avanzadas del embarazo (Mirsky y Rennie, 1997).

Así pues, mediante las técnicas de ADN-recombinante se obtienen las modificaciones deseadas y mediante clonación se multiplican.

1.3. Aplicaciones

Son numerosos los campos de aplicación de las técnicas de ADN-recombinante, es decir, de la obtención de OGMs para llevar a cabo tareas específicas. Queremos hacer una breve mención de estos con el propósito de discutir aspectos relacionados con la ética, objetivo principal de su introducción. Estos campos son agrupados en seis grandes categorías, siguiendo la clasificación de Freifelder (1992). Se presentan, finalmente, sus características positivas y no se hace ninguna evaluación de los mismos.

1. Estudios de regulación de subclonación

En este campo se busca obtener microorganismos que presenten cambios fenotípicos en algunas regiones determinadas, para utilizarlos posteriormente con ciertos propósitos, por ejemplo, para identificar promotores en otras aplicaciones. Se utiliza la subclonación para "identificar secuencias regulatorias" tanto en bacterias como en otros microorganismos (Freifelder (1992)). Lo primero que se hace es clonar una "unidad funcional que contenga una secuencia codificable, secuencias regulatorias y frecuentemente ADN adyacente irrelevante". Posteriormente, se aislan estas secuencias regulatorias, se ordenan y se cortan en pequeños segmentos por medio de enzimas de restricción, para finalmente, clonarlos en un plásmido adecuado.

2. Construcción de bacterias industrialmente importantes

El trabajo con bacterias es muy importante, por los beneficios futuros que pueden proporcionar. Por ejemplo, se busca producir bacterias mediante técnicas genéticas que permitan eliminar, mediante metabolización, contaminantes, por ejemplo, modificar medios muy ácidos, o prevenir la acumulación de desechos, fomentar el reciclado de materiales, o finalmente, convertir ciertos contaminantes en otros materiales menos perjudiciales para el medio. También se trabaja en la obtención de bacterias que puedan sintetizar productos químicos económicamente importantes, por ejemplo, bacterias modificadas que contribuyan al fijamiento de nitrógeno en el suelo. En este último ejemplo, hay dos bacterias de mucho interés: la *Rhizobium* que trabaja en asociación con las leguminosas y la *Pseudomonas flourescens* que trabaja en asociación con el maíz y la soya. La primera de ellas es una buena fijadora de nitrógeno en forma de amonio, pero no trabaja en asociación con las gramíneas (de donde se obtienen la mayoría de los granos), por lo cual, un excelente logro podría ser lograr que la *Rhizobium* trabaje en asociación con esta clase de plantas. Esto puede hacerse de dos maneras: modificando la bacteria en cuestión, o modificando la planta. Esta última alternativa nos lleva directamente al siguiente campo de aplicación de las técnicas de ADN-recombinante.

3. Ingeniería genética aplicada a las plantas

El interés en obtener plantas genéticamente son variadas. Por un lado, de consideraciones relacionadas con el medio ambiente. En este caso, interesa la obtención de plantas que puedan ser utilizadas para recuperar tierras estériles, incrementar la fijación de nitrógeno, plantas que tengan mayor capacidad de adaptación a medios cambiantes, plantas que crezcan más rápidamente, etc. Por otro lado, están las investigaciones que buscan obtener

beneficios económicos, por ejemplo, plantas que incrementen la productividad, resistentes a ciertos patógenos, plantas que sinteticen ciertas sustancias con características insecticidas, etc. Un caso interesante en este sentido, y en relación con la fijación de nitrógeno, es la modificación de las raíces superficiales de ciertas plantas mediante la introducción de genes de las leguminosas para establecer la compatibilidad deseada entre ciertas bacterias y las plantas en cuestión.

4. Producción de medicamentos

Una de las áreas de mayor impacto es la posibilidad de obtener prácticamente cualquier proteína, y en las cantidades que se deseen, por medio de las técnicas anteriormente indicadas. Los nuevos fármacos obtenidos por técnicas genéticas tendrán tres características altamente deseables: serán más efectivas, más específicas y no tendrán los problemas de resistencia y adicción asociados con los anteriores, además de los bajos costos de producción. Un ejemplo, de esto es la producción de insulina. En este momento, la insulina utilizada es de origen animal. A pesar de su amplia aplicación, en algunos casos no puede ser utilizada por que los pacientes son alérgicos a este tipo de hormona. Uno de los retos más interesantes, como señala Frank-Kamenstski (1997), es la obtención del inteferón humano, una proteína altamente efectiva para la mayoría de las afecciones virales. Aun cuando en este momento, no ha sido posible hacerlo, se ensayan dos métodos generales con este propósito: el primero procede de la síntesis de proteínas y busca aislar el interferón producido por las células de la sangre que han sido estimuladas por infección de virus. Una vez logrado esto se utilizan las técnicas de transcriptasa inversa para obtener la molécula que lo sintetiza y, finalmente, se incorpora a los plásmidos para producirlos masivamente. El otro método que se está utilizando es químico y lo que pretende es aislar la secuencia de aminoácidos del gen del interferón utilizando las técnicas de descodificación genética. Ambos métodos ilustran los dos enfoques principales en la aproximación al estudio del genoma humano.

5. Producción de vacunas

Las vacunas tienen una función principalmente preventiva. El procedimiento normal de obtenerlas es a partir de virus muertos cuyo ADN ha sido removido y preservando la proteína sintetizada. La producción de algunas de éstas ha sido muy complicada por los medios convencionales, en particular, la vacuna anti-hepatitis B, en los que resulta complicada la obtención de cantidades significativas. "El peligro podría ser superado si el antigen viral fuera clonado y purificado en E. Coli o levadura, porque el antigen puro podría usarse como vacuna" (Freifelder, 1992). Existen padecimientos para los cuales no se han encontrado vacunas efectivas, por ejemplo, el sida o la influenza. La

aproximación al problema por medio de técnicas genéticas, se indica, presentaría dos características nuevas directamente relacionadas: son fundamentalmente inofensivas para el organismo huesped y pueden inmunizar sin causar la enfermedad (Frank-Kamenstski (1997)).

6. Terapia génica o genética

Éste es uno de los campos de aplicación de la ingeniería genética más diversos y en el que se combinan y aplican diferentes técnicas, y por ello, uno de los campos más fértiles desde el punto de vista ético. En efecto, los ensayos de terapia genética incluyen una gran cantidad de aspectos relacionados con la salud humana: desde enfermedades de origen genético o no en las que está involucrado un gen (en este momento más de 5000 enfermedades), injertos (inmunología celular), trasplantes, etc. Aun cuando, no se habla aquí de "seres humanos genéticamente modificados" sí son utilizados OGMs para llevar a cabo ciertas labores. Existen varios procedimientos que se están ensayando en este campo. Técnicas in vivo, que tienen que ver con la introducción de vectores (previamente obtenidos) con información genética específica y otros agentes para que lleven a cabo reemplazos de genes disfuncionales por genes funcionales; técnicas in vivo, es decir, la obtención de información genética defectuosa del ser humano meta, la corrección en laboratorio y la reinserción de material corregido que lleve a cabo el reemplazo del material defectuoso en el organismo. El uso de retrovirus, adenovirus, lentivirus, adenovirus, adenovirus asociados y herpes simplex, de los cuales hablamos anteriormente, como vectores para introducción de información genética.

2. Análisis y propuesta ética

En esta sección hacemos una propuesta sobre la manera en que podemos construir una ética en relación con los OGMs, utilizando la perspectiva descrita en la sección anterior.

2.1. Ética y visión del mundo

Cualquier perspectiva ética que pretenda alcanzar cierto nivel de generalidad debe enmarcarse dentro de alguna visión general del mundo, a partir de la cual se aclara "el puesto del hombre en la naturaleza" como señala Nagel. Este también es un problema muy complejo y es difícil poder ofrecer aunque sea un esbozo aquí ya que existen muchas posiciones que van desde visiones del mundo teocéntricas, antropocéntricas hasta visiones que podemos denominar geocéntricas. Sin embargo, hay buena literatura

en relación con ello y desde el punto de vista antropocéntrico, en particular, Jonas (1995) es una excelente perspectiva.

Baste indicar que en este momento toda visión del mundo se debe elaborar tomando partido en el marco de la tensión entre lo contemplativo y la intervención, es decir, entre la visión clásica del mundo y la visión científico-tecnológica del mundo (Ladriere, 1978; Sellars, 1962). Y a partir de aquí responder valorativamente. Es decir, los esquemas categoriales y valorativos se nutren de esa perspectiva particular. De esta manera, clasificamos las posiciones éticas, dependiendo, por un lado, de la actitud que se tiene ante un campo determinado, y de la visión del mundo que se adopte, por el otro. Podemos afirmar, entonces, que toda posición ética presupone una respuesta, adecuada o no, a las tres cuestiones planteadas por Nagel. Sin embargo, las respuestas más interesantes a esas cuestiones son aquellas que se articulan a partir de la tensión mencionada, aun cuando no van a ser analizadas aquí. Es decir, algunas visiones permitirán, mejor que otras, incorporar los conocimientos científicos y tecnológicos, en algunos de los frentes de este desarrollo.

Las posiciones éticas que están más cerca de una visión contemplativa tienden, normalmente, a prejuzgan la cuestión del desarrollo de la ingeniería genética, mientras que las posiciones éticas muy cercanas a la visión intervencionista, tienden a despreciar las consecuencias sociales y de cualquier otro tipo, que estén fuera de la esfera del "conocimiento técnico". Pero veremos, más adelante, que no es posible mantenerse enteramente al plano de lo técnico. Consideramos, entonces, que las posiciones éticas que prometen hacer mayor justicia son aquellos que se ubican, digámoslo así, en una posición intermedia.

Hay dos campos en los que estas visiones extremas han mostrado estar muy presentes: la tecnología nuclear y la ingeniería genética. En el caso de las visiones contemplativas radicales los prejuicios y formas de percepción inadecuadas hacen prácticamente imposible entender los beneficios de algunos desarrollos. La perspectiva general es concebir escenarios radicales o extremos cuya probabilidad de que ocurran en la realidad es muy remota y a partir de ahí elaborar un discurso condenatorio de las prácticas en cuestión. En muchos casos estas posiciones esconden una buena dosis de ignorancia, de mala fé, ingenuidad, o intereses económicos e ideológicos. Pero en el otro extremo el de la admiración incondicional del desarrollo de las ciencias en general y de las ingeniería genética en particular, tienden a ocultar los posibles riesgos asociados con las prácticas científicas y tecnológicas.

Hottois (1996) piensa el problema de la relación entre estos dos extremos, precisamente, desde la perspectiva de la ingeniería genética. Trata de capturar las interferencias de la visión contemplativa en las prácticas genéticas. Parte de una distinción entre ética de la responsabilidad y ética de la convicción. La ética de la responsabilidad es aquella que "está atenta a las consecuencias reales (previsibles o no) de la acción" (pág. 95).

Aplicado a la ingeniería genética, la ética de la responsabilidad pone énfasis en los riesgos biofísicos asociados con los productos biogenéticos. Ilustra una de las aplicaciones de esta ética con la moratoria de Asilomar 1974-75. Estos riesgos son diferentes dependiendo del campo de aplicación. Explora los requerimientos nacionales e internacionales (planetarios) implicados cuando se desea tomar en cuenta seriamente una ética de la responsabilidad. Por otro lado, la ética de la convicción tiene que ver más bien con los valores tradicionales, en los que se valora la naturaleza como "sagrada e intocable" y considera que las prácticas genéticas tienden a transgredir ciertos "aspectos de la naturaleza". Esta transgresión es catalogada como pecado.

Como sugiere Hottois, esta dimensión, la de la convicción, es importante que los ingenieros genéticos la tomen en consideración, pues en muchos casos tiende a limitar el desarrollo de la investigación genética propiamente dicha. Pero además la incidencia de esta visión difiere según las distintas aplicaciones de la ingeniería genética. Uno de estos casos lo constituye las investigaciones en células germinales humanas. En este momento, los códigos de ética prohiben la aplicación de las terapias génicas a estas células por las implicaciones que podrían tener sobre las futuras generaciones, a pesar de los enormes beneficios que se preveen de éstas en la corrección de ciertos defectos de origen genético.

2.2. El concepto de riesgo

Aunque esta distinción puede cumplir su cometido en cuanto a hacernos conscientes de la fuerza que ejerce la ética de la convicción en el ejercicio de la ética de la responsabilidad, considero que la distinción involucra mayores complejidad, es decir, existen matices y relaciones importantes entre ambos que no pueden ser expresados con la distinción propuesta.

Para mostrarlo, comencemos el análisis partiendo del concepto de "riesgos" implicado por Hottois en la ética de la responsabilidad, y que es fundamental en nuestra propuesta, aun cuando el análisis del concepto no es realizado por Hottois. Los eventos agrupados bajo este concepto presentan, en un primer nivel de análisis, tres características principales: *a*) son tanto determinísticos como estocásticos, es decir, algunos riesgos se dan inevitablemente cuando se cumplen ciertas condiciones, mientras que otros tienen una probabilidad asociada, tanto de que ocurran en el presente como en el futuro, *b*) tienen que ver principalmente con impactos negativos asociados con una práctica determinada (un buen criterio es asumir que toda práctica puede tener ciertos riesgos asociados), y *c)* con dependientes de contexto, es decir, dependen del campo de aplicación y de la dinámica misma de la aplicación. La precisión de estos eventos, se hace con base en un conjunto de criterios. Sin la pretensión de ser exhaustivos

presentamos los siguientes. Se utiliza el concepto de "situación" en un sentido muy amplio:

1. Referencias analógicas a situaciones que se han presentado previamente. Este decir, la previsión de que ciertas situaciones presentadas en el pasado en dominios similares o no, presentan similitudes estructuras y/o funcionales con las nuevas situaciones.
2. Situaciones pasadas producidas en el mismo dominio de conocimiento. Es decir, se conoce de situaciones en el pasado que tuvieron algunas consecuencias evaluables y que se podrían presentar en esta nueva situación. Por ejemplo, impactos económicos, sociales y ambientales relacionados con ciertas decisiones tomadas, por ejemplo, en mejoramiento de semillas, agroquímicos, etcétera.
3. Riesgos basados en una teoría. Es decir, los riegos se derivan consistentemente de una teoría determinada y la visualización de que las nuevas situaciones presentan algunas de estas características. Por ejemplo, la predicción de que aparecerán ciertos efectos tomando en consideración los mecanismos de propagación en un ecosistema específico o las interacciones que se dan entre algunas especies en ese ecosistema.
4. La disponibilidad de datos estadísticos que establecen ciertas correlaciones en relación con ese campo. Estos estudios para que sean significativos deben involucrar un grupo importante de individuos. Los casos mejor conocidos en este sentido son los estudios epidemiológicos.
5. Estudios de caso. Los estudios de caso son fundamentales para conocer la dinámica propia de un individuo en un contexto más amplio. Por ejemplo, la ecología nos proporciona información general muy importante, sobre aspectos relacionados con interacciones entre especies, interacciones con el sustrato físico, el aire, etc. Sin embargo, para conocer de manera precisa las interacciones en una situación específica, se tienen que realizar estudios de casos. El conocimiento general y el derivado de estudios de casos son un buen complemento.

Es con base en criterios como estos que calificamos algo como riesgoso o no. Por otro lado, debemos reconocer el carácter dinámico del concepto, en el sentido de que lo que se considera riesgoso en un momento no tiene por que serlo en el futuro, a la luz de nuevas valoraciones. Esto significa que el concepto de "riesgo" no puede ser estático, sino que depende de como evolucionen los desarrollos en el campo. Lo mismo se aplica a las medidas propuestas para evitar los riesgos potenciales.

En un segundo nivel de análisis el concepto de "riesgo" presenta tres características adicionales que queremos mencionar brevemente, en relación con la ingeniería genética

1. Cuando se habla de riesgos se está suponiendo una concepción a partir de la cual éstos son considerados como tales. Es decir, una valoración de lo que se considera deseable o valioso de mantener. Esta valoración tiene también el siguiente matiz: supone la priorización de lo deseable, aun cuando esta priorización no sea la más adecuada si tomamos un conjunto más amplio de parámetros. Hay muchos ejemplos en los que esto último puede verse claramente. Por ejemplo, cuando algunas corporaciones o grupos anteponen sus intereses particulares sobre otro tipo de consideraciones. Más adelante veremos otro ejemplo de esto relacionado con ciertas prácticas médicas. Lo que se desea enfatizar es que estas valoraciones no se reducen enteramente al ámbito técnico, sino que, precisamente, toman en consideración aspectos externos que pueden ser de muy diverso tipo, incluyendo, consideraciones, por ejemplo, de otros ámbitos del conocimiento. Estos aspectos pertenecen claramente al ámbito de la convicción de Hottois, es decir, tienen que ver con una visión del mundo.
2. La definición de los riesgos implica, además, una delimitación dentro de la cual la intervención puede practicarse sin que aparezcan consecuencias no deseadas. Desde luego, que las consecuencias no deseables se establecen con base en la valoración anterior. Aunque no existe una anterioridad temporal en este sentido. Así pues, la caracterización del riesgo, en ingeniería genética, supone una delimitación de aquello que es susceptible de intervención.
3. El establecimiento de riesgos tiene un carácter de previsión importante. Es decir, el concepto de "riesgo" apunta al futuro, es una proyección a partir del presente. Por tanto, es inherente al concepto de "riesgo" las incertidumbres. Las incertidumbres involucradas aquí son de tipo, principalmente, epistemológico: es decir, expresan nuestra incapacidad de determinar de manera definitiva la completitud del conjunto de variables con base en los cuales determinamos una intervención es o no riesgosa. El concepto de riesgo es una proyección a partir de un conjunto de variables que suponemos como completas, sin embargo, podemos equivocarnos, como ha ocurrido con frecuencia, con ciertos desarrollos tecnológicos. Una aproximación más detallada de este concepto la hemos hecho en Vargas(1998), aun cuando ese trabajo sigue siendo muy preliminar.

3. Componentes de la metodología ética

ií pues, en lugar de la distinción propuesta por Hottois, preferimos entonces, proponer ıa metodología para conceptualizar una ética para la ingeniería genética. Lo que se opone es un esbozo. Debe considerarse, por tanto, como una propuesta programática. ebe tomarse en consideración la complejidad de esta tarea, y que no puede ser realizada

por un único individuo, sino que debe ser el fruto de un trabajo interdisciplinario. La propuesta se articula a partir de varios elementos, o componentes que son los siguientes:

1. Los "sujetos" sobre los que cae la responsabilidad en la toma de decisiones, es decir, los encargados de tomar las decisiones. Dentro de este eje, consideramos, en primer lugar, al individuo en su doble rol, como individuo concreto miembro de una organización social determinada, y como profesional, es decir, como competente en un campo de la ingeniería genética. En segundo lugar, la organización que promueve la práctica genética y que busca obtener ciertos beneficios sean estos económicos y de cualquier otro tipo. En este nivel se incluye, entre otros, a los centros de investigación y las corporaciones. En tercer lugar, las organizaciones controladoras, sean éstas colegios profesionales, organizaciones gubernamentales.
2. Las dimensiones de impacto de la práctica genética. Estas deben derivar de una consideración de aquellos aspectos sociales, ambientales, económicos, etc., que se consideran valiosos y en los que las prácticas genéticas podrían tener algún impacto, sea real o potencial. Estos aspectos deben estar agrupados en la medida de lo posible bajo conjuntos de indicadores, a fin de hacer fácil su articulación y análisis. Dentro de este eje se pueden consideran conjuntos de indicadores relacionados con: el medio físico, los individuos (humanos), las corporaciones, las comunidades, la cultura y el Estado entre otros. Muchas de estas dimensiones podrían requerir varios niveles de análisis. Tal es el caso de la dimensión "medio físico"en la que además de lo indicado debe tomarse en consideración, posiblemente, el tipo de OGM involucrado. Por ejemplo, en el caso de las bacterias, se debe considerar, la formas de intercambio de información genética: a saber, conjugación, transducción y transformación (Ricahume, 1995), así como el medio utilizado, agua, aire, suelo, etc. Lo mismo aplica para los individuos. El nivel de análisis dependerá del campo de aplicación. Por ejemplo, en el caso de la terapia génica, es importante considerar el tipo de técnica utilizada, el órgano o tejido en la que se aplicará, posibles efectos secundarios, entre otros.
3. Los campos de aplicación de la genética. Un buen inicio puede ser los campos descritos al final de la sección anterior. Para cada nuevo campo de aplicación se deberá definirse un esquema en el que se evalúen los riesgos asociados.
4. Escala de rigor. Mediante esta escala se establece el grado de rigor de las medidas en relación con los riesgos potenciales de una práctica genética. La definición de esta escala está directamente relacionada con las prioridades respecto a lo que debe ser preservado. La definición de esta escala da como resultado un conjunto de modelos con diferentes niveles de obligatoriedad, y por tanto, diferentes niveles de responsabilidad. Partiendo de lo más estricto a lo menos estricto, esto implicaría

lo siguiente: los sujetos sobre los que cae la responsabilidad en la toma de decisiones, deben considerar como obligatorio el nivel más estricto, y opcionalmente, los niveles restantes. Algunos de los estos niveles dependerán de las creencias del individuo, de la comunidad, de la empresa, etc. Pero habrá siempre, lo repetimos un nivel de obligatoriedad ineludible, y este debe anteponerse a los otros niveles, en caso de conflicto. Exploraremos más adelante algunos de los supuestos implicados en este párrafo.

Veamos el razonamiento que está implícito en la escala de rigor propuesta. Esta se inspira en los trabajos desarrollados en otras áreas de desarrollo, y están presentes en las medidas de seguridad establecidas para los laboratorios de microbiología y similares. Algunas de estas propuestas contemplan más de un nivel, y otras pueden ser inadecuadas desde un punto de vista más general. Con el propósito de esclarecer lo anterior consideremos dos ejemplos en los que puede verse lo adecuado o no de ellas:

1. El primero de ellos se relaciona con las medidas internacionales de protección radiológica para el público como para el personal ocupacionalmente expuesto, tal y como ha sido establecida por organismos internacionales. Estas reglas son muy estrictas en relación con las dosis de exposición que el público puede recibir en un periodo de tiempo determinado. No son tan estrictas para el personal ocupacionalmente expuesto (normalmente, 10 veces mayor que el primero), pero sin embargo, se encuentran muy por debajo de los umbrales de peligro establecidos por diferentes estudios, tanto epidemiológicos como biológicos. Interesa establecer límites lo más estrictos posibles a fin de evitar consecuencias posteriores, reconociendo, sin embargo, el interés involucrado. Es decir, en el caso del personal ocupacionalmente expuesto se supone que hay un interés económico que justifica el estableciendo de dosis más altas que las del público general. Desde el punto de vista ético, estos límites son de acatamiento obligatorio. Se trata entonces, del establecimiento de mínimos lo más estrictos posibles.
2. En la práctica médica orientada a lo que se denomina "desaparición de síntomas" mediante la administración de medicamentos se siguen ciertos mínimos, aun cuando estos pueden tener consecuencias de otro tipo cuando se sale del marco establecido. Ante un síntoma X el médico prescribe una cantidad Y de medicamentos para un tiempo determinado. Esta cantidad garantiza que los síntomas desaparecerán en condiciones normales. En muchos casos, se podría requerir una cantidad menor de medicamentos. Sin embargo, desde este modelo de práctica médica, no se puede discriminar entre dosis por las implicaciones éticas que esto puede tener. Estos mínimos han estado cambiando. En efecto, se tiende a manejar otros criterios a partir de experiencias con algunos medicamentos.

Por ejemplo, el uso de la penicilina durante periodos prolongados puede tener efectos negativos sobre la salud del individuo. En este sentido, la evaluación de esta práctica parece requerir una perspectiva más amplia: la historia del paciente, que normalmente, no es tomada en consideración, excepto en casos extremos.

A partir de estos dos ejemplos, podemos visualizar la necesidad de establecer estos mínimos, primero, lo más estricto posibles y segundo, desde una perspectiva lo más adecuada posible, tomando en consideración la mayor cantidad de niveles posibles. Nuestra propuesta se aproxima más a la primera situación que a la segunda, aunque agrega mucho más niveles. Recordemos que en el establecimiento de estos mínimos son dos los aspectos a considerar, a parte de las incertidumbres que están asociadas: primero, lo que se considera valioso o deseable de proteger, y segundo, lo que puede practicarse o intervenirse sin que tenga un impacto importante sobre lo establecido como deseable.

2.4. Descripción de la propuesta

Veamos ahora como podemos integrar los cuatro componentes principales descritos en la sección anterior. Lo queremos hacer introduciendo un poquito de formalización, con el propósito de expresar mejor la idea en cuestión.

Los cuatro componentes descritos en la sección anterior pueden representarse de la siguiente manera:

1. Un conjunto de sujetos, **S**. Cada uno de los elementos de S serán denotados como si, es decir, $\mathbf{S} = \{ s_1, s_2, s_3, ..., s_n \}$.
2. Un conjunto de dimensiones de impacto, **D**. Cada uno de cuyos elementos serán denotados como $d(_{i,j})$, donde i denota la dimensión y j el número de niveles de especificación para esa dimensión. Es decir, $\mathbf{D} = \{ d(_{1,j}), d(_{2,j}), ..., d(_{i,j}),$ con $0 < j < 3 \}$. El número de niveles en 3 es arbitrario, sin embargo, refleja la conveniencia de que el manejo del modelo no sea excesivamente completo.
3. Un conjunto de campos de aplicación, **C**. Cada uno de los elementos de **C** serán denotados como ch, es decir, $C = \{ c_1, c_2, c_3, ..., c_n \}$.
4. Finalmente, un conjunto **O** de niveles de obligatoriedad. Al igual que en el caso anterior, cada uno de los elementos de O serán denotados como ok. **O** entonces, está conformado por $\{ o_1, o_2, o_3, ..., o_n \}$.

Ahora bien, la formalización del modelo puede iniciar, partiendo de los campos de aplicación o de los niveles de obligatoriedad. Sin embargo, parece más adecuado, comenzar con los campos de aplicación, ya que los niveles de obligatoriedad pueden

variar dependiendo de cada campo. La idea es inducir a partir de cada uno de los campos es una familia de modelos M, es decir, compuesta por conjuntos de modelos, cada uno de los conjuntos tiene diferentes niveles de obligatoriedad, es decir, de consideraciones sobre los riesgos asociados con la práctica genética.

$$\mathbf{M} = (\mathbf{O}, \mathbf{S}, \mathbf{D}, \mathbf{C}, \delta),$$

donde d es un procedimiento que asocia con cada cj, un conjunto de niveles de obligatoriedad, de dimensiones y sujetos. Es decir,

$$\delta = \mathbf{C} \times (\Omega\mathbf{O} \times \Omega\mathbf{D} \times \Omega\mathbf{S})$$

En esta notación, W denota el conjunto potencia de cada uno de los conjuntos involucrados, es decir, la enumeración de todos los subconjuntos que pueden obtenerse de los conjuntos implicados. Por otro lado, X denota el producto cartesiano de los conjuntos involucrados. En ese caso, para cada cj se asocian tripletas, cada una de las cuales está constituida por subconjuntos de O, de D y de S. Finalmente, para cada uno de los campos de aplicación puede tener diferentes niveles de obligatoriedad, y podría darse el caso que las dimensiones y los sujetos encargados de la toma de decisiones sean diferentes en número de un campo de aplicación a otro.

Ahora bien, la parte más fácil de lo dicho hasta el momento es precisamente escribir la propuesta. Lo más difícil es darle contenido. Es en este aspecto en el que el trabajo interdisciplinario adquiere una importancia fundamental. En efecto, el nivel de conocimiento requerido es bastante alto. Se hace necesario tener un muy buen conocimiento no sólo de los distintos campos de aplicación, sino también de aspectos ambientales, sociales, económicos, políticos, etc., y a partir de ahí establecer los criterios para precisar los distintos niveles de riesgos, y los distintos niveles de obligatoriedad.

En este sentido, podemos establecer, como propuesta inicial, una jerarquía en relación con los campos de aplicación de la ingeniería genética presentados anteriormente, en relación con los niveles involucrados en lo relativo a la obligatoriedad en los aspectos relacionados con las dimensiones de impacto, descritas en la sección anterior. La notación "$\alpha < \beta$" y "$\alpha \leq \beta$" definen una relación transitiva y significa que α tiene menos (o igual) dimensiones de impacto que β.

$$\text{Subclonación} \leq \text{Producción de Bacterias} \leq \text{Producción de medicamentos} \leq \text{Producción de vacunas} < \text{Plantas} < \text{Terapia genética}$$

En los últimos dos casos podría existir una diferencia de criterio respecto a las dimensiones involucradas. En efecto, éstas podrían deberse a diferencias en cuanto a la visión del mundo. Por ejemplo, para un grupo que adopte un punto de vista no antropo-

céntrico ambos podrían tener un conjunto muy similar de dimensiones. Finalmente, tanto la producción de medicamentos como de vacunas pueden esconder efectos significativos en los organismos que la escala anterior podría no captar con la precisión deseada.

3. Presuposiciones

En esta sección queremos explorar, brevemente, los supuestos principales implícitos en el planteamiento anterior, algunos de los cuales han sido mencionados, aunque quizá no tan explícitamente.

1. La propuesta es esencialmente utópica, es decir, apunta al futuro y promueve un tipo de sociedad que no es la actual. En este sentido, puede verse como una propuesta poco "ajustada" a la situación actual, en la que los intereses económicos riñen con cualquier otra alternativa no centrada en "las fuerzas del mercado". Dadas las relaciones norte-sur supuestas por el modelo de las corporaciones y las consecuencias que éstas tienen y tendrá para países como el nuestro, considero que la perspectiva que debemos defender debe centrarse en otra perspectiva. En mi caso particular, la propuesta anterior se enmarca en el modelo de desarrollos sostenible propuesto por las Naciones Unidas y que la mayoría de nuestros países firmaron en 1992. Dicho modelo se articula a partir de dos valores fundamentales: la solidaridad y la cooperación, y la necesidad de conformar la sociedad universal de naciones que lleva a la práctica los principales retos que enfrenta el desarrollo futuro del planeta y del ser humano. Éste es un modelo alternativo de globalización. El modelo de globalización centrado en las corporaciones, toma en consideración los "riesgos",incluyendo los ambientales en la medida en que sus intereses puedan ser afectados. La bioseguridad, en este caso, no es por sí misma algo que deba considerarse como vital. En este sentido, nuestra propuesta promueve un modelo de globalización diferente, en este caso, el de las Naciones Unidas. Otro de los aspectos relacionados con lo anterior tiene que ver con el establecimiento de las líneas de investigación que deben ser desarrolladas, o a menos priorizadas. Esta dimensión no se incorpora en el modelo propuesto, y por tanto, no está implícita en el sentido que estamos usando el término. No se hizo así como el propósito de que el modelo sea un poco más general. Pero desde el punto de vista del desarrollo sostenible existen prioridades que es importante considerar. (Véase cap. 16 en relación con la biotecnología).
2. La segunda presuposición es que, efectivamente, el modelo científico-tecnológico es intervencionista y que no es razonable oponerse incondicionalmente a este proceso de intervención. Lo más razonable es analizar los riesgos y dar pasos

cautos en aquellas áreas o aplicaciones en las que se determine la posibilidad de riesgos. De ahí que nuestra propuesta asume la intervención como un elemento fundamental y trata de fijar límites a partir del concepto de riesgo.

3. De igual manera, suponemos que con el propósito de preservar identidad, ciertos valores de la posición contemplativa son fundamentales, no sólo para entender los riesgos potenciales asociados con un conjunto de prácticas, sino también para asimilar y entender, desde el punto de vista social, los beneficios asociados con esas prácticas. En este sentido, en el modelo propuesto se supone un balance entre ambas perspectivas. Es importante reiterar que estos aspectos deben ser considerados a fin de darle contenido a un esquema como el propuesto anteriormente.
4. Otro de los supuestos fundamentales utilizados, y que derivan de lo dicho en el punto 1 de esta misma sección, es que la ética no es autónoma, sino que se articula a partir de una visión del mundo (heterónoma). Esta permea y determina lo que es valioso y lo que no lo es. En nuestra propuesta articulamos a partir de un concepto de desarrollo, en el que las consideraciones relativas a varios ámbitos, incluyendo, las ambientales sean fundamentales.
5. No se ha señalado anteriormente, sin embargo, es fundamental indicar que cada uno de los "sujetos" como los hemos llamado, desempeñan diferentes roles en el modelo propuesto, y por ello las especificaciones deben ser diferentes, en el siguiente sentido: el investigador debe atender consideraciones éticas diferentes a las del gerente o el de la corporación, o el del inspector, o la entidad gobernamental encargada de aplicar las regulaciones, etc. En este sentido, para cada una de las áreas se deberá desarrollar un modelo particular para cada uno de estos "sujetos". Pero por otro lado, lo que es común, los riesgos potenciales asociados con esa aplicación. Así pues, cada uno de los "sujetos" deberá tener un conjunto de modelos que visualicen diferentes aspectos de los riesgos, no solamente, los biofísicos, sino también los que Hottois denomina "simbólicos", aun cuando, como hemos dicho, estos últimos recorren todas las dimensiones y niveles de riesgo.

A manera de conclusión

esta conclusión quisiera resaltar dos aspectos principales de lo desarrollado en las ginas anteriores:

1. Se propone una metodología para definir una ética en relación con los OGMs. En esta metodología el concepto de "riesgo" desempeña un papel fundamental. El concepto de riesgos está presente en diferentes niveles y dimensiones, por lo

cual, en cada una de ellas adquiere características específicas. Sin embargo, el concepto tiene en común, en todos los niveles, el que se parte de aquello que es deseable preservar y de aquello en lo que se puede intervenir. Es por tanto, una metodología basada en el conocimiento y el análisis de los diferentes campos de aplicación de los OGMs, así como los impactos tanto positivos como negativos, y de una visión prospectiva de los mismos. Es decir, el concepto de riesgo, apunta al futuro.

2. El segundo aspecto que quiero resaltar en esta conclusión es que esta propuesta se enmarca en el contexto de un marco colaborativo y de cooperación, en el que la prevención es un elemento que está por encima de los intereses puramente económicos. Sin embargo, es posible desarrollar parcialmente la metodología en cuestión con el propósito de hacerla extensiva a algunos ámbitos más restringidos. En todo caso, se requiere de un trabajo multidisciplinario que integre profesionales de los diferentes campos involucrados.

Bibliografía

Blease, M. (1997), "Terapia génica contra el cáncer", *Investigación y Ciencia*, agosto. 1997.

Frank-Kamenstski (1997), *Unraveling DNA: The most Important Molecule of Life*. Addison-Wesley, USA.

Freifelder (1992), *Molecular Biology*, Boston, Jones and Bartlett Publishers, Inc.

Hottois (1996), "La ingeniería genética: Tecnociencias y símbolos. Responsabilidades y convicciones", Ramírez y Alfaro (1996): 93-119.

Jonas, H. (1995), *El principio de responsabilidad: Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*, Barcelona, Herder.

Ladriere (1978), *El reto de la racionalidad*, Sígueme, Salamanca.

León, P. (1996), *Las sendas de la biotecnología*, en Zamora, A. (editor) (1996).

Mirsky y Rennie (1997), "Clonación y terapia génica", *Investigación y Ciencia*, agosto 1997.

Naciones Unidas (1992), Programa 21. Cumbre de la Tierra, Universidad Nacional Heredia, Costa Rica.

Ramírez y Alfaro (1996), Ética, ciencia y tecnología, Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.

Rennie, J. (1993), "Los nuevos giros del ADN", en *Investigación y Ciencia*, mayo 1993.

Sellars, W. (1962), "La filosofía y la imagen científica del hombre", *Ciencia, percepción y realidad*, Madrid, Tecnos.

Vargas, C. (1998), "Desarrollo sostenible y manejo de incertidumbres", *Revista Tecnología en Marcha*, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Zamora, A. (editor) (1996), *El otro laberinto*, Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.

La bioética y la biotecnología

Gustavo Viniegra González

Planteamiento del problema

La biotecnología o tratado de las técnicas y artes para usar la materia viva, se puede definir como el conjunto de procedimientos derivados de la ciencia biológica y de la ingeniería que utilizan, en forma rápida y eficiente, a la materia viva y a sus derivados para producir bienes y servicios. De manera muy señalada, la biotecnología contemporánea hace uso frecuente de la biología molecular y la bioquímica, las cuales, son las ramas fundamentales de la ciencia biológica. Estas disciplinas pretenden explicar la naturaleza y funcionamiento de los procesos vivientes por las interacciones de moléculas como: los ácidos nucleicos y las proteínas; dedicadas las primeras, a perpetuar y transmitir la información genética y, las segundas, a expresar esa información genética por medio de la activación o catálisis de reacciones químicas específicas.

La biotecnología ha invadido un campo de estudio y de control de los procesos vivos que por siglos se consideró inaccesible: la modificación dirigida y controlada de la herencia. Y, al modificar los procesos de reproducción de los organismos, ha creado la posibilidad de perturbar a voluntad la evolución de las especies. Esta posibilidad se ha facilitado por el desciframiento de los mensajes genéticos de la herencia total (genoma) de diversos organismos que van, desde la levadura de pan con cerca de 6 mil genes que tiene un genoma completamente descifrado en fecha reciente (Goffeau *et al.*, 1996) hasta el ser humano con cerca de 100 mil genes que se espera tener descifrados por completo para el año 2003 (Collins *et al.*, 1998) gracias al uso de técnicas automatizadas para la secuenciación de genes (Fodor *et al.*, 1997). Lo cual ha dado lugar al desarrollo de procesos evolutivos *in vitro*, es decir, producidos en el tubo de ensayo (Bryson *et al.*, 1995; Cane *et al.*, 1998). El caso más espectacular, es la clonación de ovejas (Wilmut *et al.*, 1997) y otros mamíferos a partir de núcleos de células no reproductoras, injertados

en el citoplasma de células reproductoras. Pero, de mayor impacto inmediato son las numerosas modificaciones de uso industrial de la herencia de plantas, animales, hongos y microorganismos que están dando lugar a los llamados organismos transgénicos. Lo cual significa: organismos con transplantes genéticos de diversas especies. Y la producción de proteínas provenientes de humanos pero producidas en levaduras o, de enzimas (catalizadores proteínicos) de hongos superiores o de animales reproducidas en microorganismos de uso industrial (Berka *et al.*, 1997; Cullen *et al.*, 1987; Miettinen-Oinonen, *et al.*, 1997; Spohr *et al.*, 1998). Con novedosas perspectivas para el tratamiento de enfermedades infecciosas (Galán y Colmer, 1999).

La posibilidad de manipular la materia viva en sus aspectos más íntimos y recónditos ha hecho pensar a mucha gente, legos y doctos, que el ser humano estaría en el predicamento de haber descubierto técnicas y procedimientos que pueden modificar radicalmente su medio ambiente pero sin los conocimientos suficientes para medir y prever las consecuencias y sin tener los métodos para controlar la situación.

Las innovaciones biológicas con resultados adversos son muchas y no han requerido de la ingeniería genética para manifestarse. Por ejemplo: la importación desastrosa de especies exóticas de plantas y animales, las cuales se han convertido en plagas funestas y destructivas al cambiarse de *hábitat* o sea del nicho ecológico en el que habían evolucionado en equilibrio. La lista de fracasos es larga: los conejos transplantados en Australia que acabaron con los pastos de los canguros y del ganado; el jacinto o lirio de agua (*Eichornia crassipens*) importado como planta de ornato y que invadió los vasos lacustres de México; las abejas africanas libradas accidentalmente en Brasil y que invadieron el continente americano, produciendo mermas en la producción de miel y causando víctimas a veces mortales por sus picaduras. Pero también, se podría elaborar una lista de otros ejemplos del uso controlado y prudente de la biotecnología como sería: la producción de antibióticos para controlar las principales infecciones y para tratar en forma eficiente a los residuos orgánicos de origen urbano e industrial. Los procesos microbianos requieren de la sabiduría y de la prudencia para denunciar los peligros de su mal uso.

En lo que resta del artículo se analizan tres temas de aplicación de la biotecnología que se consideran fundamentales para la subsistencia humana: los alimentos, la energía y la salud. Y se escogen ejemplos frecuentemente mencionados en tres revistas de amplia difusión en el mundo científico como son: *Science*, *Scientific American* y *Nature*. Estos temas fueron seleccionados porque que son objetos de polémicas bioéticas en dichas revistas. Con el comentario de estos ejemplos se pretende demostrar de qué forma el análisis bioético ayuda a matizar o evaluar los efectos benéficos o perjudiciales de esos desarrollos biotecnológicos. En el caso especial de la alimentación, se añade una breve revisión histórica de los avances tecnológicos para alimentar a la población humana ya que este tema será crucial para el futuro inmediato de más de 6 mil millones de perso-

s que todavía no alcanzamos el estado de equilibrio dinámico con los recursos
inetarios que nos sustentan.

a biotecnología y la alimentación del futuro

inicio de este ensayo se indicaron las palabras "acelerada y eficiente" para describir
a biotecnología contemporánea. En especial, el concepto de aceleración es de gran
portancia si vemos que la agricultura y la ganadería se iniciaron hace más de 10,000
os y hasta fines del siglo XVI no se introdujeron grandes mejoras genéticas y de proceso
ra integrar estas dos líneas de producción primaria. En cambio, desde el inicio de la
ología molecular, con el descubrimiento de la doble hélice de Watson y Crick (1953),
ha producido una aceleración creciente para introducir nuevas variedades genéticas
plantas, animales, hongos y microorganismos con posibles usos comerciales. Por
o es interesante hacer una breve reseña histórica de los avances biotecnológicos que
n hecho posible la vida humana civilizada.

Una de las grandes causas de miseria en la historia ha sido la falta recursos para
mentarse y una parte importante de la historia de la civilización es la llamada
volución Neolítica, la cual trata de la transición del nomadismo a la vida sedentaria
la agricultura (Pringle, 1998). Se estima que en Siria el centeno se cultivaba hace
rca de 13,000 años pero siglos después, los humanos siguieron cazando animales
lvajes y colectando plantas silvestres hasta volverse completamente agricultores
ededor de 8,500 años a.C. En forma similar, se han encontrado evidencias de que
ce cerca de 10,000 años se cultivaban calabazas en Ecuador, Panamá y México y
oz en el valle del Yang-Tzé (Smith, 1997; Pringle, 1998). El desarrollo avanzado de
agricultura mesoamericana fue descubierto por los estudios de McNeish en el Valle
Tehuacán , por medio del fechamiento de los coprolitos (heces fecales petrificadas)
los cuales aparecieron residuos de semillas de maíz. Esto aconteció hace
roximadamente 5,000 años (Byers, 1967) y se difundió por Mesoamérica hasta llegar
as regiones andinas y a toda América del Norte y del Sur. La invención de la agricultura
e tan importante y maravillosa como la famosa oveja transgénica llamada "Dolly",
nada *in vitro* en Escocia (Wilmut *et al.*, 1997). Baste recordar que el maíz moderno
puede reproducirse sin la ayuda humana porque necesita que las manos de los
mpesinos deshojen y desgranen la mazorca para poder sembrar las nuevas semillas.
s mazorcas abandonadas en el campo no se reproducen o lo hacen con dificultad y
mutaciones espontáneas formadoras del maíz moderno probablemente fueron muy
casas y difíciles de ser comprendidas por una población nómada y recolectora sin
dición científica organizada. Este breve análisis ayuda a dar una perspectiva tempo-
e histórica de la evolución de la agricultura y la ganadería y permite evaluar los
ndes avances desarrollados en forma tradicional desde hace varios milenios.

A fines de la Edad Media (siglo XIV), las principales naciones de la Europa Occidental habían alcanzado la saturación de su capacidad de producción de alimentos. Las técnicas vigentes eran incapaces de aumentar el rendimiento productivo de granos para la subsistencia de los campesinos. Por ejemplo: en Inglaterra y en Francia una familia campesina no podía subsistir con su escasa dotación de tierras inferior a 3 hectáreas (Duby, 1989). El desarrollo del latifundismo feudal, derivado del latifundismo establecido en la decadencia romana, había reducido aún más la capacidad productiva de la tierra. La represión violenta de los campesinos que invadían los cotos de caza y pesca y los latifundios ganaderos está bien documentada en los estudios de los eruditos, en las leyes que subsistieron hasta el siglo XX en América Latina y en las leyendas de los bandidos románticos como Robin Hood. Las revueltas campesinas organizadas en el sur de Europa fueron muchas y muy importantes y siempre acabaron ahogadas a sangre y fuego. La rebelión llamada de la *jaqcquerie*, ocurrida en Francia en el siglo XIV (Durant 1950a) es un ejemplo de este problema de miseria y lucha social asociada a la pobreza agrícola. Estos problemas continuaron en Europa Occidental hasta la Guerra Campesina del sur de Alemania a mediados del siglo XVI (Durant, W. 1950b). En los siglos XV y XVI, que se asocian con el Renacimiento, los pueblos europeos comenzaron la superación de estos problemas por medio de dos caminos: *a)* el descubrimiento de América que liberó la presión sobre la tierra con la migración masiva de los campesinos al Nuevo Continente y, *b)* el desarrollo de los nuevos métodos agrícolas de rotación de cultivos y de conservación de pienso que permitieron la integración productiva de la agricultura y la ganadería en vez del uso excluyente entre estas dos formas de aprovechamiento agropecuario. El segundo camino fue la base productiva para el despegue de la industrialización incipiente del centro de Europa y finalmente de Flandes e Inglaterra. En la Lombardía y en el Véneto, se iniciaron los descubrimientos que aumentaron la productividad agrícola. Se inició en forma amplia la rotación de leguminosas con cereales para recuperar la fertilidad de suelos agotados (Ashton, 1950) y se desarrolló el método de secar al sol o henificar los pastos, o de conservarlos en fosas de fermentación (ensilaje). También se descubrió el método de conservar nabos, remolacha y zanahorias en fosas para aprovecharlos en el invierno y de esta manera se inició ya en el siglo XVI el desarrollo de las razas lecheras y de alta producción de carne, porque una vez garantizada la alimentación invernal (Ashton, 1950) era posible aislar las razas genéticamente superiores de vacunos, suinos y ovinos. La abundancia de razas con linaje o pedigrí en Francia, Flandes e Inglaterra, es un testimonio de estos desarrollos, a diferencia de la ausencia de razas con genealogía bien establecida en la provincia ibérica en dónde no se aplicaron estas mejoras productivas.

Podemos decir que el siglo XVIII fue la época de la primera gran revolución biotecnológica europea. Los métodos de selección genética fueron empíricos pues se carecía del modelo de Mendel para tener un esquema teórico que permitiera la selección

cuantitativa de los mutantes superiores. Se procedió con el incierto y lento método de la llamada selección masal, que es la selección de lotes de plantas o animales con características aparentemente mejores que otros. En esta época surgieron las grandes razas lecheras como la Holstein-Friesan, seleccionada en la frontera entre Holanda y Alemania contemporáneas. Estas mejoras biotecnológicas de carácter empírico y rural fueron muy importantes para sustentar el despegue de las futuras economías industriales. La adaptación inglesa del sistema agrícola continental se llamó: sistema de Norfolk (Ashton, 1950) y permitió el incremento de la renta de los latifundistas que acumularon el capital utilizable en el siglo XVIII para financiar el desarrollo de los inventos de la Revolución Industrial en las zonas textiles de Liverpool y Manchester (Ashton, 1950). Estos datos sugieren que es importante reconocer que la biotecnología empírica europea fue la base de la industrialización del siglo XVIII y que sin ella hubiese sido muy difícil la acumulación del capital financiero que ocurrió tanto en las islas británicas como en el centro de Europa, principalmente en Flandes y en Suiza.

Estos ejemplos biotecnológicos de la Revolución Neolítica y del Renacimiento europeo deben ser estudiados y entendidos desde el punto de vista bioético porque fueron avances que permitieron el desarrollo productivo sin la degradación ecológica masiva, aunque no sin excepciones, como fue la tala excesiva de los bosques en las regiones de nueva industrialización (Ashton, 1950). Por otra parte, cuando los europeos llegaron a este continente (siglos XV y XVI), se conservaban los bosques, los lagos, los ríos y las llanuras y no había regiones devastadas por la erosión como después se produjeron por la tala inmoderada para dar lugar a la ganadería extensiva que sigue siendo un grave problema ecológico, social y político en nuestro continente. En consecuencia, fue el desarrollo de una biotecnología suave y ecológicamente "amistosa" la que facilitó el desarrollo de la llamada Revolución Neolítica en América y en el Viejo Continente (hace varios miles de años) y de la Primera Revolución Industrial en Europa a (fines del siglo XVIII). Un ejemplo superviviente de la revolución biotecnológica tradicional europea es la tradición de las sectas anabaptistas (o cuáqueros) que se originaron en las rebeliones campesinas del siglo XVI del sur de Alemania (Durant, 1950b) y decidieron continuar por la vía pacífica renunciando a la ambición de acumular capital en forma ilimitada, evitando la tecnología mecanizada y las fuentes externas de energía (electricidad o motores de combustión interna) y sin embargo, lograron un alto nivel productivo de granos, leche y carne mediante lo que ahora se ha dado en llamar agricultura orgánica. Como lo indica el desarrollo de las sectas menonitas extendidas en muchas zonas de América del Norte y del Centro y las sectas *amish* radicadas en los estados de Pennsylvania y Delaware de los Estados Unidos.

Esta breve reseña histórica de la biotecnología tradicional agropecuaria permite compararla ahora con la aceleración de la biotecnología contemporánea. Después de la segunda Guerra Mundial se comenzó la aplicación sistemática de los conocimientos

genéticos para el mejoramiento de semillas a escala global. Los resultados fueron impresionantes, se produjo la llamada Revolución Verde con semillas de alto rendimiento obtenidas por la selección sistemática de caracteres por medio de las técnicas de la genética mendeliana. Un ejemplo de ello fueron los híbridos del maíz, del trigo y del arroz que llevaron los rendimientos promedio más allá de las 5 toneladas anuales por hectárea, usando métodos de fertilización química y de cultivos relativamente densos, protegidos por agentes agroquímicos. De esa forma se produjeron ciclos de selección y mejoramiento genético menores a los 20 años en cultivos que habían tardado milenios en seleccionarse. Pero este sólo era el principio. En los años 80 surgió la técnica de la mutación dirigida usando para ello la infección de la bacteria *Agrobacterium tumefaciens* la cual puede transferir genes exógenos a las células vegetales. El grupo de la Universidad de Gante, dirigido por el profesor Montagu, asociado a la empresa Plant Genetic Systems, logró producir una planta de tabaco que tenía el gene llamado *Bt* de una bacteria (*Bacillus turingensis*). Este gen instruiría a las células de la hoja del tabaco para producir un veneno o toxina que sería fatal para las larvas de ciertas mariposas que infestan este cultivo y de esa forma se produjo la primera planta transgénica con un agente bioquímico protector de las cosechas. Otras empresas, con Monsanto a la cabeza, no se hicieron esperar y transfirieron ese tipo de genes a las plantas del maíz y pronto se produjo una carrera empresarial para patentar plantas transgénicas con genes recombinantes. La lista ahora incluye al tomate, al algodón, a la papa y a muchos otros cultivos de interés comercial. Se había destapado la Caja de Pandora y la agricultura nunca sería como antes. Ahora las semillas transformadas por ingeniería genética y protegidas por patente podrían dominar a la agricultura mundial y los ciclos de mejoramiento genético se habían acelerado a menos de la mitad del tiempo del proceso de selección mendeliana. De esa manera, los avances biotecnológicos se llevan a la práctica con un ritmo cada vez más acelerado y deben ser motivo de una profunda motivación hacia la prudencia porque muchos de los cambios podrían ser similares a los de las abejas africanas: una vez liberados al medio ambiente no podrán ser contenidos y su impacto podría ser continental o planetario.

Los tiempos idílicos de la agricultura con tecnología de baja intensidad son cuestión del pasado. El crecimiento de la población humana ha desbordado todos los parámetros imaginados por Robert Malthus a fines del siglo XVIII. Sin fertilizantes y sin técnicas relativamente mecanizadas (con o sin tracción animal) sería imposible sustentar a los seis mil millones de habitantes del planeta pues "la densidad de población aumentó substancialmente en los países con agricultura intensiva solamente después de que el uso del fertilizante nitrogenado se volvió común" (Smil, 1997). Pero el uso excesivo de la mecanización y de los agroquímicos, "puede tener consecuencias locales negativas tales como: aumento en la erosión, disminución de la fertilidad del suelo, y reducción de la biodiversidad; consecuencias regionales negativas como: contaminación de l

acuíferos terrestres y eutrificación de ríos y lagos, y, consecuencias globales negativas, incluyendo impactos en los constituyentes de la atmósfera y en el clima" (Matson *et al.*, 1997). Por otra parte, "el uso intenso del fertilizante sintético ... resulta del deseo de producir alimento para el ganado con el propósito de satisfacer la popular predilección por los alimentos animales ricos en proteína" (Smil, 1997) porque "se requieren tres unidades de proteína en los piensos para producir una unidad de proteína en la carne" (Smil, 1997), en cambio, "la rotación de cosechas, el cultivo de leguminosas, la conservación del suelo... y el reuso de los residuos orgánicos son técnicas que deben emplearse" (Smil, 1997) aunque "simplemente no hay suficiente nitrógeno reutilizable para producir el alimento de 6 mil millones de personas" (Smil, 1997). Aquí se presenta, un caso muy interesante de tipo bioético, en el cual los hábitos alimenticios de grandes masas de población deseosas de comer carne, huevo y leche se contraponen con las limitaciones físicas del planeta para producir y reciclar los fertilizantes sin dañar a la ecología.

Por ejemplo: en algunas regiones de Europa como la Bretaña francesa, el exceso de la fertilización nitrogenada derivada de la gran concentración de las granjas de cerdos, ha conducido a la contaminacion masiva de los mantos acuíferos por nitratos, a niveles indeseables para la salud. En México, las granjas porcinas de Pénjamo y La Piedad han sobrefertilizado al río Lerma y han causado la llamada "eutrificación" (invasión por plantas acuáticas) del lago de Chapala. En muchas zonas agrícolas, la infiltración excesiva de fertilizantes y el uso inadecuado del agua de riego han dado lugar a la salinización de los campos. Estos son ejemplos clásicos de cómo la ruptura de la regla del justo medio y del equilibrio conduce a graves vicios que corrompen la salud, en este caso de la agricultura y en segundo término de los humanos. En Holanda, existe la restricción legal para la producción de leche o carne en las granjas en función de la capacidad del suelo para reciclar el nitrógeno contenido en los residuos de la ganadería. Éste es un ejemplo de un país que regula la productividad económica con el propósito de conservar la calidad de su medio ambiente. En este caso, para evitar la contaminación del agua potable por un exceso de nitratos provenientes de la ganadería.

Una biotecnología del suelo con sentido del justo medio, debe intentar restablecer los ciclos básicos de recirculación del agua y de los nutrientes y esto puede lograrse por muchas vías, incluyendo la restitución de la textura orgánica de los suelos cultivados a través del compostaje, utilizando los residuos orgánicos urbanos e industriales, pero con materias primas libres de agentes tóxicos. El empleo de los procesos mejorados de fijación del nitrógeno atmosférico es otra área muy importante para aumentar la productividad agrícola sin dañar la ecología, y el uso juicioso y moderado de hormonas biosintéticas también permite aumentar la producción sin dañar al medio ambiente, pues la mayoría de esos productos son perecederos y biodegradables y deben ser usados por períodos muy cortos de tiempo para obtener un efecto óptimo sobre las plantas.

De ahí que, el desarrollo de ciclos biotecnológicos de reuso y recirculación de los nutrientes del suelo es un objetivo por entero compatible con el paradigma de equilibrio con la naturaleza como fuente fundamental del sustento de la salud humana. Especialmente, si este reuso permite darle un destino limpio y productivo a los residuos orgánicos del campo y la ciudad que ahora son fuentes de contaminación ambiental. Aquí, el manejo de múltiples procesos microbiológicos conocidos, como el compostaje y la fijación microbiana del nitrógeno atmosférico, permitirá tener versiones de tecnologías limpias para muchas empresas como las ganaderas o las agroindustriales y el uso agrícola de los residuos del tratamiento de las basuras y aguas negras, permitirá restituir gran parte de la estructura de los suelos. Estas ideas ya están en práctica en diversas regiones de Asia y Europa Occidental y existen versiones biotecnológicas empleadas a todas las escalas imaginables, desde la gran planta de tratamiento de aguas de la ciudad de París que destina sus lodos residuales como abonos agrícolas hasta las granjas chinas o indostanas que usan sus residuos domésticos y agrícolas para fertilizar parcialmente sus terrenos familiares, aprovechando versiones rústicas de digestores anaerobios.

Otro caso de gran interés bioético es el desarrollo de las técnicas avanzadas de ingeniería genética de las semillas que está produciendo razas o variedades de plantas resistentes a muchas plagas, que no van a requerir productos tóxicos contaminantes. Pero, si una empresa gigante como Monsanto, llegara a monopolizar las principales variantes de semillas de maíz resistente a plagas y les introdujera el llamado gene "terminator" que haría estériles a los descendientes, se producirían condiciones muy discutibles (Service, 1998) con los principios de salud, justicia y belleza. La introducción masiva de pocas razas de plantas es antagónica a la biodiversidad e introducirá un gran factor de riesgo ante las fluctuaciones biológicas de las plagas, haciendo simultáneamente vulnerables a todas las plantas de una especie frente a una misma plaga, nueva o mutada. Esto ya ha sucedido en EUA y seguirá sucediendo en los grandes campos sembrados con la misma variedad genética. El resultado pudiera ser la pérdida total de una cosecha y la reducción del suministro de alimentos, generando condiciones de hambre y desnutrición antagónicas a la salud. La concentración excesiva e ilimitada de riqueza en una sola empresa que controlase la mayoría de las semillas de diversos países podría dar lugar a profundas injusticias en el reparto de las oportunidades de empleo y de subsistencia y los desastres ecológicos derivados de plagas generalizadas ciertamente serían incompatibles con la belleza de un campo bien cultivado y de una región que conservase su biodiversidad. Así, un exceso en el uso de la biotecnología, podría crear efectos similares a los de un conjuro imprudente realizado por un aprendiz de brujo que no supiera como detener luego las consecuencias inesperadas de su hechizo.

Estos efectos podrían ser los llamados "efectos inesperados de la acción" discutidos por Giddens (1984). Algo así como un infierno producido a partir de excelentes intenciones. Uno de los temas específicos que ahora son debatidos surgió de la observa-

ción de que la mariposa llamada "Monarca" (*Danaus plexipus*), emblema favorito de los ecologistas, podría ser susceptible al polen del maíz modificado con el gen *Bt*, antes discutido. En la revista *Scientific American* se lo ha llamado el "efecto mariposa" (Stix, 1999). Aquí, la aspiración estética de conservar una bella mariposa sin efecto económico evidente sería una de las motivaciones públicas para criticar el uso de las plantas de maíz transgénico y sería un ejemplo de posibles efectos no deseados al introducir genes de bacterias en plantas de maíz para combatir ciertas plagas de este cultivo. Por lo pronto "la Comisión Europea decidió suspender nuevas autorizaciones para modificar por ingeniería genética las cosechas después que el estudio sobre la mariposa monarca llegó a la prensa" (Stix, 1999).

Otros ejemplos podrían venir de la transformación de la agricultura productora de alimentos hacia la producción de nuevos tipos de compuestos de interés industrial, a esto le han llamado la Tercera Revolución Tecnológica (Abelson, 1998) y se está convirtiendo en el tema de investigación de empresas como: Dow Chemical, DuPont, Monsanto, Novartis, Pioneer Hi-Breed y AgrEvo, con presupuestos de miles de millones de dólares (Abelson, 1998) aunque, según se mencionó en el párrafo anterior, los productos transgénicos están atravesando por una fase de rechazo en Europa (Williams, 1998; Marshall, 1997b) porque el público consumidor europeo se ha mostrado muy preocupado por los efectos indirectos de la introducción de genes extraños en las plantas de uso comercial como el maíz, antes comentado.

En cambio, podrían producirse versiones de semillas que cumpliesen con los principios bioéticos aceptables por la mayoría. Por ejemplo, si en cada región, los laboratorios públicos de universidades e institutos tuvieran acceso a los bancos informáticos de los genes que permitiesen semillas alternativas, diversas y adecuadas y si se combinasen los métodos tradicionales de selección "masal" de plantas realizada por los campesinos con la introducción cauta y cuidadosa de nuevas variantes; entonces, la variabilidad genética producida en los laboratorios podría ser probada y seleccionada progresivamente a escala rural como una alternativa enriquecedora y no como una alternativa excluyente. Esto sería factible si las nuevas semillas fuesen genéticamente compatibles con las tradicionales y de esta forma se permitirían las cruzas y recruzas de grandes bancos de germo plasma que estaría sujeto a la selección natural en el campo. Las nuevas razas, al ser reproducidas por los propios campesinos, podrían ser parte de su capital de trabajo y serían una nueva fuente de riqueza.

Así, la bioética es el campo en el que debe darse el debate entre las ambiciones del interés privado contrapuesto con el público. El de la ganancia de corto plazo contra la de largo plazo y el del predominio de una raza frente a la diversidad de las razas de una misma especie de plantas o animales.

Un ejemplo muy curioso e interesante que involucra la búsqueda de los valores de belleza, justicia y salud es el caso de la diversidad de las razas de algodón del Perú.

Hasta hace menos de 10 años, los agrónomos de ese país, apoyados por expertos internacionales, fomentaban el abandono de las razas de algodón nativo para adoptar las razas mejoradas de importación (Vreeland, 1999). Esto excluyó hasta su casi extinción a razas exóticas de algodón que tienen pigmentación muy diversa y natural y que fueron usadas por culturas milenarias en sus tejidos ceremoniales (Vreeland, 1999) y eran parte de la artesanía local. Ahora, se fomenta en Europa Occidental la industria textil con tecnología más limpia y esto excluye el uso de pigmentos carcinogénicos derivados del petróleo (compuestos diazotizados o anilinas) porque las descargas líquidas contaminadas con los colorantes químicos son de difícil tratamiento biológico y resultan tóxicas para plantas y animales, es decir, son un riesgo para la salud pública. Así, se formó una búsqueda apoyada por agrónomos de EUA para rescatar las variantes naturalmente coloridas del algodón y se ha formado una pequeña empresa exportadora de telas "orgánicas" con diseños artesanales y con certificación de no tener productos químicos nocivos (Vreeland, 1999). De esta forma, el rescate de las razas coloridas del algodón cumple con aspiraciones públicas de belleza, salud y justicia porque fomenta un gusto estético particular de un pueblo, reduce los contaminantes del medio ambiente y favorece la distribución del ingreso al crear una nueva fuente de empleos en el sector tradicional de la economía aunque, estas variantes coloridas del algodón no puedan substituir a la gran masa de algodón blanco comercial. La biotecnología moderna podría ayudar a reproducir en forma acelerada a las plántulas y semillas de estas razas autóctonas e incluso a clonar e insertar los genes responsables de esos pigmentos para aumentar la producción de telas orgánicas, con un aliciente nuevo para las cooperativas textiles de origen rural.

El ejemplo anterior, de posibles relaciones estrechas entre la tecnología tradicional y la biotecnología de vanguardia, no debe echarse en saco roto pues algunas industrias tradicionales de Europa como el caso muy señalado del queso Roquefort, pueden ser fuente muy importante de empleos usando biotecnología contemporánea. En efecto, en el pequeño poblado de ese nombre que está en las montañas al norte de Montpellier (Francia), se añejan en cuevas, toneladas de cuajada de leche de oveja inoculada con cepas especiales del moho *Penicillium roquefortii*. El sabor fuerte muy característico del producto es apreciado en el mundo entero por degustadores que pagan, varios miles de millones de dólares al año por tener un poco de ese queso en su mesa. Ahora, se usan técnicas modernas para mantener el control de calidad de la cepa del citado moho y el embalaje el producto está completamente mecanizado, pero, la cuajada de leche de oveja utilizada en esas cuevas se produce en decenas de miles de granjas situadas en España, Francia e Italia y da trabajo a muchas familias de pastores. La razón de ser de ese producto es un gusto estético, en este caso, el sabor y el aroma del producto derivado de una tradición que ya estaba patentada en los tiempos de Carlomagno. Pero, la estructura corporativa de la principal empresa que controla la mayoría del producto es

internacional y utiliza procedimientos informáticos y biotecnológicos avanzados para vender su producto por el mundo entero. No sería nada raro que muchas empresas tradicionales del sector alimentario o artesanal pudieran modernizarse, conservando su base primaria creadora de empleos y adecuándose a las exigencias de los mercados internacionales. En América Latina hay productores llamados "orgánicos" de café que certifican, por inspección anual, la producción de ese aromático sin agentes químicos nocivos para la salud (nitratos, pesticidas, etc.) y se han vuelto clientes potenciales de métodos biotecnológicos avanzados para controlar las plagas de ese cultivo sin usar agroquímicos. Por lo tanto, es muy posible que la lista de productos "orgánicos" de valor comercial aumente cada año hasta volverse una nueva forma de operación de la agricultura tradicional.

Un problema bioético que no debe omitirse es la guerra con agentes biológicos, la cual consiste en el uso de microorganismos patógenos para el ser humano, para los animales domésticos o para las plantas (Rogers *et al.*, 1998). Durante la Segunda Guerra Mundial, el Japón desarrolló versiones de plagas para acabar las cosechas de trigo y de arroz que podrían haber sido diseminadas en EUA, Canadá o en China. Los EUA, Gran Bretaña, Rusia y otros países más pequeños como Irak también han desarrollado un arsenal biológico (Rogers *et al.*, 1998) que afortunadamente no se ha utilizado y existe el consenso casi mundial de prohibir su uso. Pero no debe dejarse de indicar que desde el punto de vista bioético este sería un claro ejemplo de un vicio o perversión de la biotecnología: porque se utilizaría el conocimiento con grave daño a la salud, a la justicia de poblaciones enteras y a la belleza que tiene la vida de otras personas.

La biotecnología, el medio ambiente y la energía del futuro

Durante el llamado "boicot petrolero" de los años 70, la reducción de la oferta de hidrocarburos produjo un estado de conciencia sobre la dependencia o, si se quiere, adicción que tenían y siguen teniendo las economías contemporáneas con respecto al petróleo como principal fuente de energía y de materias primas para la industria química. Aunque el tema es polémico se ha planteado que para el año 2005 se habrá agotado la mitad de las reservas probadas del este material y para el año 2050 habrá gran escasez de petróleo (Campbell y Laherrère, 1998)

El volumen de petróleo consumido anualmente, a escala mundial, es muy grande pues es mayor a 3,000 millones de toneladas anuales (Anónimo, 1997, 1998). Por ello, reemplazar este volumen por materia prima vegetal sería prácticamente imposible porque dicho volumen sobrepasa a las cosechas más abundantes como el maíz. Sin embargo, si todos los residuos de la agricultura se convirtieran por fermentación anaerobia industrial en combustible, posiblemente se tendría un nivel cercano al 12% del consumo actual de

hidrocarburos. Pero este no es el efecto principal que puede tener la biotecnología sobre el problema energético del futuro, sino en la reducción del consumo energético por ahorros en diversos procesos industriales en los que ahora se consume mucho combustible.

El ahorro energético, mediante la introducción de tecnologías más limpias, tiene un nuevo impulso que va más allá de la simple conservación de los recursos no renovables como el petróleo. Se trata de evitar el llamado "efecto invernadero" que se produce por la acumulación progresiva en la atmósfera del bióxido de carbono y del metano, derivados estos de los procesos de combustión y putrefacción, respectivamente. Estos dos gases tienen una mayor capacidad de absorción de calor (mayor capacidad térmica) que el nitrógeno y el oxígeno y fomentan la elevación de la temperatura atmosférica. Esta, a su vez, acelera la respiración de los seres vivos y produce mayor acumulación de esos gases. Durante el presente siglo se ha elevado en forma notable la presencia del bióxido de carbono y del metano y también se ha elevado en un grado centígrado la temperatura promedio anual del planeta. Muchos meteorólogos consideran que este efecto es el responsable de los trastornos climáticos recientes que se ligan a la aparición de ciclos fuertes y frecuentes del llamado fenómeno del Niño (y de la Niña) y esto ha promovido a los gobiernos de los países industrializados a firmar el tratado de Kyoto en el cual se han comprometido a reducir las emisiones de bióxido de carbono. Fomentando en el mundo industrializado muy diversos programas de ahorro energético y de uso alterno de la energía solar, hidráulica, geotérmica y eólica.

Por ejemplo: en la industria del papel, se consume mucha energía para efectuar el cocimiento de las fibras ligno celulósicas y de esa forma separar la lignina de la celulosa. Pero, en la naturaleza, los hongos superiores han degradado todos los años millones de toneladas de lignina presente en la madera muerta, al descomponerlos y transformarlos en materia orgánica del suelo o humina. Estos hongos utilizan principalmente dos sistemas enzimáticos: las peroxidasas y las lacasas, que catalizan la oxidación de los compuestos fenólicos constitutivos de la lignina. Diversas empresas, con Novo de origen danés a la cabeza, han logrado transferir los genes de las enzimas de hongos superiores de crecimiento muy lento a mohos de crecimiento rápido y con ello han iniciado la producción industrial de enzimas con el propósito de tener una tecnología cada vez más limpia y menos consumidora de energía (Berka *et al.*, 1997), porque las enzimas pueden actuar a temperaturas inferiores a 100° C, debido a que pueden activar reacciones por medio de la adsorción selectiva de compuestos químicos a sitios catalíticamente activos, gracias a una gran afinidad producida a lo largo de la evolución biológica.

En la industria petrolera, algunas compañías, con Energy Biosystems a la vanguardia, han patentado procesos para eliminar compuestos azufrados de los carburantes del petróleo, usando cultivos de microorganismos mejorados por ingeniería genética (Rambosek *et al.*, 1999). En esta industria, la eliminación casi total del azufre es necesaria para tener combustibles que no produzcan lluvia ácida. La tecnología convencional de la industria petrolera puede reducir, sin mucha dificultad, el nivel del azufre en el com-

bustible de 3% a 0.5% pero, la eliminación del último 0.5% es muy costosa porque los catalizadores químicos no son muy selectivos y requieren sistemas de reacción con hidrógeno a alta presión (40 atm) y muy altas temperaturas (200° C a 300° C). Esto exige un gran consumo energético. De manera que la industria petrolera puede beneficiarse si se desarrollan procesos biotecnológicos que ahorren energía y sean mucho menos contaminantes.

El problema bioético principal en este campo está en el terreno de la propiedad industrial y es común a los problemas de las empresas en los otros sectores biotecnológicos de aplicación comercial. Las grandes empresas de biotecnología están invirtiendo miles de millones de dólares para descifrar el código genético de muy diversos organismos de interés práctico, como se señaló en otra sección de este escrito. Al descifrarlo, proceden de inmediato a patentar el uso de los genes desconocidos hasta la fecha y con ello impiden el acceso de otras empresas para el aprovechamiento libre de organismos existentes en la naturaleza (Heller *et al.*, 1998). Para limitar más aún este acceso a los genes de interés comercial, las empresas están patentando diversas modificaciones de la estructura de esos genes y de esa forma pueden reclamar que son "genes artificiales", o sea, son producto del ingenio humano. De esta forma los organismos que puedan haberse encontrado en muy diversos países, mediante colectas pagadas por las empresas internacionales, se convierten de un patrimonio de la humanidad en un patrimonio privado y el aprovechamiento de este patrimonio establece condiciones muy restrictivas sobre el uso de la biotecnología moderna en el terreno industrial.

Por ejemplo: la empresa Novo está procediendo desde hace más de 10 años a organizar viajes de sus empleados a muy diversas partes del mundo como parte de su programa de vacaciones y les ayuda con la condición de que colecten muestras de suelos, frutas, etc., en las cuales puedan haber microorganismos de interés industrial. Los genes que pudieran aislarse de esos microorganismos serían clonados y expresados en otros organismos de interés industrial y de esa forma el uso de esos genes de origen muy diverso, serían propiedad exclusiva de la empresa. Así los genes de origen tropical que provienen de plantas o de hongos superiores crecidos en muy diversas materias primas se están volviendo la propiedad privada de unas cuantas empresas. Lamentablemente, los recursos de investigación científica son muy escasos en las regiones tropicales y se están volviendo la fuente de material genético que rara vez será aprovechado por los nativos del sitio de origen.

El debate sobre la propiedad de los genes de diverso origen es una parte muy importante de las discusiones bioéticas. Los países tropicales han sostenido con poco buen éxito que esos genes son patrimonio de la humanidad y deben ser explotados en forma amplia a través de la cooperación internacional. También han reclamado para sí los derechos de haber dado acceso a los investigadores extranjeros para realizar las colectas genéticas de referencia. Un caso interesante es Costa Rica que ha firmado un

acuerdo comercial con una empresa internacional para que pueda explorar y extrae material genético de ese país, a condición de que pague una tarifa anual destinada a formar un instituto nacional destinado a substituir a la empresa extranjera en el estudio de la biodiversidad genética presente en dicho país. En la mayoría de los países del Tercer Mundo, no existen acuerdos de ese tipo, o si existen, son muy poco vigilados y no se tienen registros del pago de regalías por la extracción de material genético hacia países industrializados. A pesar de que el pago de regalías por el uso de genes de diverso origen es parte de las transferencias de capital del Tercer Mundo hacia el Mundo Industrializado.

No sería remoto imaginar que los países petroleros tendrán que importar biotecnología para producir petróleo y sus derivados en forma más eficiente y limpia y que para ello pagarán un nivel alto de regalías por carecer de investigaciones y recursos propios para llenar esas necesidades. Conviene aquí indicar que en el momento de escribirse estas líneas la empresa Petróleos Mexicanos ha decidido hacer una importante inversión para el desarrollo de tecnología petrolera (incluyendo biotecnología diversa) con el propósito de reducir su dependencia del exterior y que este sería un ejemplo interesante de como una empresa pública pudiera tener la voluntad de contrarrestar los efectos negativos de la concentración del conocimiento biotecnológico aplicado al sector energético.

La biotecnología y la salud del futuro

Éste es sin lugar a dudas el tema bioético más controvertido de la biotecnología. El uso de los genes y de su manipulación para conservar o restablecer la salud. El primer problema biomédico de nivel molecular fue planteado por Linus Pauling. Él demostró en forma inequívoca que la llamada anemia de "células falciformes" era causada por una sola mutación genética que modificaba la naturaleza de un solo aminoácido de la hemoglobina. El resultado era una distorsión de la molécula cuando bajaba la presión parcial de oxígeno en la sangre, dando lugar a glóbulos rojos o eritrocitos con forma de hoz (de ahí el nombre de la enfermedad). Así, se formaban coágulos que bloqueaban la circulación en muy diversos órganos. Este tipo de mutación genética se transmite en forma mendeliana y es de carácter co-dominante. Los individuos que tienen la mitad de la herencia con esa mutación sobreviven, los que tienen el 100% se mueren, pero el híbrido co-dominante tiene mayor resistencia al paludismo y por ello esta mutación se ha seleccionado en nativos del África donde el paludismo es una enfermedad endémica. Desde la época de Linus Pauling surgió la idea de restablecer la salud introduciendo una mutación en reversa que no se ha podido poner en práctica hasta la fecha. Pero da sustentación al concepto de "enfermedad molecular".

En el momento actual a muchas enfermedades de tipo degenerativo se les considera "enfermedades moleculares", incluyendo desde luego al cáncer en sus muy variadas formas (Haseltine, 1997). También se ha documentado la naturaleza genética de enfermedades como la corea de Hutchinson, el retinoblastoma y la tendencia familiar a muchas dolencias de la colágena y del aparato cardio vascular. El descubrimiento de los defectos moleculares de muchas enfermedades ha dado lugar a la búsqueda de los remedios en el ámbito molecular utilizando el conocimiento cada vez más avanzado sobre el genoma humano (Collins *et al.*, 1998; Fodor, 1997; Haseltine, 1997; Cane *et al.*, 1998).

Por ejemplo, el SIDA es producido por la infección de un virus llamado VIH (Virus de Inmuno Deficiencia Humana) y es posible encontrar algunas drogas que impidan su desarrollo e incluso intentar producir vacunas usando técnicas avanzadas de ingeniería genética (LaCasse *et al.*, 1999). Ya existen en el mercado tres drogas que retardan el desarrollo del SIDA pero son muy costosas (más de 5 mil dólares al año). Esto ha planteado un grave problema bioético. ¿Es justo dejar morir de inmediato a decenas de millones de humanos porque no tienen el dinero para comprar las medicinas? ¿Es justo que no se pueda impedir la propagación del SIDA de las madres embarazadas a los hijos por nacer, por falta de ese dinero? En este conflicto ético ha surgido de nuevo el problema importante del derecho privado para acumular ganancias por las empresas y el derecho público a la salud. En África del Sur el gobierno ha empezado un largo proceso para cambiar la ley que impide que las empresas locales produzcan los medicamentos a un costo reducido, sin pagar regalías y sin permiso de las empresas internacionales. Estas últimas alegan que la violación a su derecho patrimonial de acumular ganancias entorpece el financiamiento de nuevas investigaciones muy costosas. Los promotores de la salud en África del Sur alegan que el nivel de ganancias es excesivo. El asunto se está volviendo importante porque el debate se está llevando al Consejo Mundial de Comercio y la exclusión de África del Sur del mismo podría significar sanciones muy duras para obtener créditos y acceso a las inversiones extranjeras. Cuba también participa de esa controversia pues tiene la capacidad avanzada para producir medicinas de biotecnología avanzada pero no tiene la capacidad de negociación para vender algunas de esas medicinas en el mercado internacional por la amenaza de las principales empresas farmacéuticas de bloquear el comercio de otras medicinas a los países que le compren a Cuba. México ya sufrió ese tipo de presiones, sucumbió a la presión del Departamento de Comercio de los EUA y tuvo que cambiar su Ley de Patentes y Marcas para reconocer las patentes de productos farmacéuticos que no reconocía a principio de los años 80. Ahora, más del 90% de las patentes biotecnológicas registradas en México son propiedad de empresas internacionales y están principalmente orientadas al sector farmacéutico.

Algunos países muy grandes como China y la India no han reconocido la universalidad de la propiedad industrial de los productos farmacéuticos y si bien, reconocen patentes

en procesos, también conceden la oportunidad de patentar nuevos procesos locales para elaborar nuevos productos inventados en otros países. Estas situaciones son motivo de fuertes tensiones de tipo político, financiero y comercial y plantean en forma cada vez más dramática el conflicto entre los derechos antes enunciados.

El problema se vuelve cada vez más agudo cuando aumenta en forma acelerada la disparidad científica y tecnológica entre el mundo desarrollado y el resto del mundo. Las ventas de la industria farmacéutica mundial son del orden de 30 mil millones de dólares al año. Su inversión en investigación y desarrollo es superior al 10% de las ventas y en algunos casos hasta el 15%. En el Tercer Mundo y en muchos países ex socialistas las empresas públicas están en proceso de liquidación o de venta o ya fueron terminadas. Muchos problemas antiguos de enfermedades aparentemente dominadas como la tuberculosis y el paludismo están volviendo a ser pandemias. En Rusia, cerca del 20% de la población de reclusos está infectada por cepas de *Mycobacterium tuberculosis* que son resistentes a la mayoría de los antibióticos. Al regresar a sus ciudades de origen los ex convictos están diseminando la tuberculosis incurable y esta enfermedad se está extendiendo al Occidente. En Brasil, el uso desordenado de la quinina entre los llamados *garimperos* (gambusinos buscadores de oro) está generando otra pandemia de paludismo resistente a esta medicina y se han visto casos resistentes a todas las drogas antiguas como la emetina, con resultados de paludismo cerebral fulminante. La cura de la tuberculosis o del paludismo no es un problema rentable para las empresas farmacéuticas internacionales porque los enfermos son pobres y no pueden pagar y los gobiernos se encuentran en bancarrota por tener deudas excesivas. De esa manera, millones de enfermos de todo el mundo están destinados a morir sin adecuada atención médica y a infectar a otros millones de pobres que no podrán curarse.

Afortunadamente hay algunos esfuerzos de científicos por dominar estas enfermedades como es el caso del proyecto de secuenciar el genoma del mosquito *Anopheles* transmisor del paludismo (Balter, 1999) con la idea de buscar la selección de razas de este insecto que sean resistentes al parásito hematófago que causa la malaria o paludismo en los humanos y se tiene noticia de que el programa de secuenciar el genoma de *Plasmodium* y del *Mycobaterium tuberculosis* está por iniciarse (Williams, 1996). También se tiene noticia que los llamados "Reyes de los Genes" (William Haseltine y J. Craig Venter) están por separarse de la empresa comercial llamada Human Genome Sciences Inc., dando lugar a la publicación de gran cantidad de datos del genoma humano (Marshall, 1997a).

Muchas enfermedades no son problemas rentables para las empresas privadas y no lo serán por mucho tiempo porque son enfermedades de gente pobre. Pero los asesores internacionales del Banco Mundial y de otros organismos han impuesto normas estrictas de que las empresas estatales deben venderse por ser poco rentables y por competir con las privadas. Sin embargo el costo social de contener y erradicar las pandemias pue-

ser mucho mayor que el ahorro de haber vendido las empresas estatales y ese costo puede extenderse a toda la humanidad.

Éste es el problema bioético más importante de la biotecnología del sector salud. ¿Hasta cuándo es vigente el derecho patrimonial de acumular dinero por la investigación privada? ¿Desde cuándo y hasta dónde el derecho público a la salud es mucho más importante y debe ser el factor dominante del costo de las medicinas? Aquí la búsqueda simultánea de la salud y la justicia son inseparables y ni qué decir de la belleza que va ligada en forma muy estrecha a la salud de las personas. ¿Quién va a pensar en la belleza de los niños tuberculosos y esqueléticos? El solo imaginarlo produce una imagen de horror y espanto pues la belleza no puede separarse de las otras dos virtudes y juntas son parte indisoluble de la dignidad a la que debe aspirar el ser humano.

Conclusiones

Los ejemplos discutidos en el presente trabajo permiten ilustrar de qué forma las discusiones éticas del desarrollo humano son útiles para comentar y matizar los efectos que pueden tener las aplicaciones crecientes de la biotecnología en los campos de la producción de alimentos, de conservación y ahorro de la energía y de la producción de medicamentos para curar enfermedades usando nuevas moléculas derivadas de los estudios de la biología molecular.

El núcleo principal de las controversias aquí comentadas parece ser la contraposición entre el derecho privado al lucro y el derecho público a la salud y al bienestar y este se refiere específicamente a las diversas interpretaciones que se le pueda dar a las leyes de patentes y marcas a escala mundial. La contradicción mayor parece surgir del concepto dogmático de que el bienestar humano se deriva automáticamente de la aplicación de las leyes mercantiles para la creación de los monopolios derivados de la invención (las patentes), suponiendo en forma simplificada que las necesidades humanas generan en forma automática demandas mercantiles y que éstas son los únicos o principales motores de la innovación y de la oferta de bienes y servicios. Lamentablemente, en el mundo real, muchas necesidades de gran magnitud no logran generar demandas comerciales importantes porque existen trabas estructurales para la distribución de la riqueza. Estas necesidades de los pobres afectan a la mayoría de la humanidad y se reflejan en problemas como el desempleo rural y urbano generalizados, la insalubridad y la aparición de pandemias infecciosas para las cuales no hay remedio efectivo. Esto genera un círculo vicioso de empobrecimiento y desesperación porque las grandes empresas internacionales no se interesan en producir medicinas o servicios para gente que no tiene dinero y los organismos rectores de la economía mundial presionan a los gobiernos para que liquiden sus actividades que no sean lucrativas o que sean muy costosas sin

tomar en cuenta los efectos indirectos de largo plazo que podrían ser mucho más costos por dejar de atenderse o prevenirse los problemas de insalubridad o desnutrición.

Aquí la discusión bioética queda fundamentalmente en los terrenos de la justicia. ¿Cuál es el trato justo entre países proveedores de genes y los transformadores y revendedores de los mismos? Hasta ahora la ley imperante es la de quien tiene más gana más (Ley de San Mateo) pero, en un futuro los aspectos de justicia distributiva, serán parte inevitable de la negociación política entre un mundo rico e industrializado con menos del 20% de la humanidad y otro mundo pobre y técnicamente atrasado, con la población restante. Así, podría desarrollarse otra norma: la de dar a cada cual lo justo y lo merecido y con ello reivindicar la vieja aspiración de que la herencia genética universal es patrimonio de la humanidad, junto con las aspiraciones universales de libertad, igualdad y fraternidad.

Algunos sectores de los grupos académicos de Europa y EUA ya están promoviendo esta última idea y numerosos laboratorios trabajan arduamente para publicar sin patentar los resultados del desciframiento de muy diversos códigos genéticos. La lucha es desigual porque las empresas privadas disponen de más capital, pero, la presión por hacer del dominio público al conocimiento biológico fundamental puede ser el destino final de dicho conocimiento. No se debe de olvidar que los principios genéticos básicos son compartidos en cerca de un 20% por todos los seres vivos y que las patentes tienen vigencia limitada, de forma que después de 20 años, todo el código genético humano sería forzosamente del dominio público aún cuando grandes sectores del mismo hubiesen sido patentados.

El uso de bibliotecas electrónicas disponibles en forma instantánea está facilitando el acceso a la información genética mundial para prácticamente todos los laboratorios, aún los que no tienen recursos para hacer experimentos avanzados de biología molecular. Y no está distante el tiempo en que cualquier estudiante de nivel medio o superior podrá consultar con facilidad la estructura genética de miles de organismos y con ello inventar localmente nuevos usos para los genes que se requieran en una empresa local.

En este contexto, el desarrollo de la biotecnología puede tener paradojas como es el desarrollo de grandes inventos para producir semillas milagrosas, para fertilizar los campos, para ahorrar energía y para curar enfermedades en sociedades industriales como las de los EUA y al mismo tiempo, ver el aumento de la morbilidad y mortalidad de las enfermedades asociadas a la miseria como la tuberculosis y el SIDA. De esa forma, el aprovechamiento del avance de la biología molecular podría ser muy disparejo. Las compañías que invierten la mayor parte del dinero destinado a conocer los genomas estarían buscando soluciones a las enfermedades crónicas sufridas por pacientes de alto nivel de ingreso y con alta tasa de recuperación de la inversión y los organismos de salud pública estarían destinando cada vez menos recursos a la detección y prevención elemental de las enfermedades infecciosas o a la solución de los problemas biotecno-

ógicos de las pequeñas y medianas empresas. Este resultado sería contrario al principio fundamental de la búsqueda universal de la salud, la justicia y la belleza y podría ser un caso de cómo ahorrar centavos para después tener que pagar millones de dólares en la solución de pandemias. Este tema se ha vuelto importante hasta el punto de proponerse que las patentes pueden detener a la inventiva y el desarrollo de productos útiles para la salud (Heller y Eisenberg, 1998).

En conclusión, el análisis bioético de la biotecnología parece ser un campo de gran importancia para la formulación de leyes, reglamentos, planes, programas y proyectos que fomenten el desarrollo del equilibrio de la especie humana consigo mismo y con el planeta que la sustenta. También parece ser un terreno vital para el entendimiento de cómo un área tecnológica puede ser usada con prudencia y sabiduría, en pos de una mejor calidad de vida o ser un ejemplo clásico de imprudencia por personas que conocen como iniciar nuevos procesos tecnológicos pero desconocen los efectos inesperadamente adversos de sus acciones.

Bibliografía

Anónimo (1997), *Almanaque mundial* 1996, México, Editorial Televisa.

Anónimo (1998), *Almanaque mundial* 1997, México, Editorial Televisa.

Abelson, P. (1998), "A Third Technological Revolution", *Science* 279: 2019-2109.

Ashton, T.S. (1950), *La revolución industrial*, México, Fondo de Cultura Económica, pp. 34-35.

Balter, M. (1999), "Gene Sequencers Target Malaria Mosquito", *Science* 285: 508-509.

Berka, R.M., Schneider, P., Golightly, E.J., Brown, S.H., Madden, M., Brown, K.M., Halkier, T., Mondorf, K., Xu, F. (1997), "Characterization of the Gene Encoding an Extracellular Laccase of *Myceliophtora Thermophila* and Analysis of the Recombinant Enzyme Expressed in *Aspergillus Oryzae*", *Appl. Environ. Microbiol.* 63: 3151-3157.

Byers, D.S. (1967), *The Prehistory of the Tehuacán Valley*, vol. 1, Univ. of Texas Press, Austin, Texas.

Bryson, J.W., Betz, S.F., Lu, H.S., Suich, D.J., Zhou, H.X., O'Neil, K.T., and DeGrado, W.F. (1995), "Protein Design: a Hierarchic Approach", *Science* 270: 935-941.

Campbell, C.J., y Laherrère, J.H. (1998), "The End of Cheap Oil", *Sci. Amer.* 278: 60-65.

Cane, D.E., Walsh, C.T., and Khosla, C. (1998), "Harnessing the Biosynthetic Code: Combinations, Permutations, and Mutations", *Science* 282: 63-68.

Castells, M. (1997), *La era de la informática*, Madrid.

Collins, F.S., Patrinos, A., Jordan, E., Chakravarti, A., Gesteland, R., Walters, L.R., (1998), "New Goals for the U.S. Human Genome Project: 1998-2003", *Science* 282: 682.

Cullen, D. Gray, G.L., Wilson, L.J., Hayenga, K.J., Lamsa, M.H., Ray, M.W., Norton, S., Berka, R.M. (1987), "Controlled Expression of Bovine Chymosin in *Aspergillus Nidulans*" *Bio/Technology*, 5: 369-378.

Duby, G. (1989), "Histoire de la France: Naissance d'une Nation des Origines a 1348" París, References Larousse, p. 427.

Durant, W. (1950a), *The Story of Civilization*, Simon and Schuster, Nueva York, (VI), p. 67.

Durant, W. (1950b), *The Story of Civilization*, Simon and Schuster, Nueva York, (VI), p. 382.

Fodor, S.P.A. (1997), "Massively Parallel Genomics", *Science*, 277: 393-395.

Galán, J.E., and Collmer, A. (1999), "Type III Secretion Machines: Bacterial Devices for Protein Delivery into Host Cells", *Science* 284: 1322-1328.

Giddens, A. (1984), *The Constitution of Society*, Londres, Macmillan.

Goffeau, A., Barrell, B. G., Bussey, H., Davis, R. W., Dujon, B., Feldmann, H., Galibert, F., Hoheisel, J. D., Jacq, C. Johnston, M. Louis, E. J., Mewes, H. W., Murakami, Y. Philippsen, P. Tettelin, H. Oliver, S. G. (1996), "Life With 6000 Genes", *Science* 274: 546.

Haseltine, W. (1997), "Discovering Genes for New Medicines", *Sci. Amer.*, 276: 78-83.

Heller, M. A. y Eisenberg, R. S. (1998), "Can Patents Deter Innovation? The Anticommons in Biomedical Research", *Science* 280: 698-701.

LaCasse, R.A., Follis, KE., Trahey, M., Scarborough, J. D., Littman, D. R., Nunberg, J.H. (1999), "Fusion-Competent Vaccines: Broad Neutralization of Primary Isolates of HIV", *Science* 283: 357.

Marshall, E. (1997a), "Genomics Odd Couple", *Science*, 275: 778-790.

Marshall, E. (1997b), "Biomedical Policy: Mammalian Cloning Debate Heats up *Science*", *Science*, 275:1733.

Matson, P.A., Parton, W.J., Power, A.G., Swift, M.J. (1997), "Agricultural Intensification and Ecosystem Properties", *Science*, 277: 504.

Miettinen-Oinonen, A., Torkkeli, T., Paloheimo, M., Nevalainen, H., (1997), "Overexpression of the *Aspergillus niger* pH 2.5 Phosphatase Gene in a Heterologous host Trichoderma reesei", *J. Biotechnol*, 58: 13-20.

Pringle, H. (1998), "The Slow Birth of Agriculture", *Science*, 282 (5393): 1446.

Rambosek, J., Paddington, C. S., Kovacevivh, B. R., Young, K, D., Denome, S. A., "Recombinant DNA Encoding a Desulfurization Biocaralyst", U.S. Patent 5: 879-914.

Rogers, R., Whitby S., Dando, M. (1998), "Biological Warfare Against Crops", *Sci. Amer.*, 280: 62-67.

Service, R.F.(1998), "Seed-sterilizing 'Terminator Technology' Sows Discord", *Science*, 282: 850-851.

il, V. (1997), "Global Population and the Nitrogen Cycle", *Sci. Amer.* 277: 58-63.
ith, B.D. (1997), "The Initial Domestication of *Cucurbita Pepo* in the Americas 10,000 Years Ago", *Science*, 276: 932.
ohr, A., Carlsen, M., Nielsen, J., Villadsen, J., (1998), "Alpha-amylase production in recombinant *Aspergillus oryzae* during fed-batch and continuous cultivation" *J. Ferment. Bioeng*, 86: 49-56.
x, G. (1999), "The Butterfly Effect", *Sci. Amer.*, 281: 19.
eland, J.M. (1999), "The Revival of Colored Cotton", *Sci. Amer.*, 280: 90-96.
lliams, N. (1996), "Malaria Genome Project Ready to Roll", *Science*, 274: 1999-2000.
lliams, N.(1998), "Agricultural Biotech Faces Backlash in Europe", *Science*, 281: 768-771.
lmut, I., Schnieke, A.E, McWhir, J, Kind, A.J, Campbell, K.H. (1997), "Viable Offspring Derived from Fetal and Adult Mammalian Cells", *Nature*, 386: 200.

Los retos éticos de la ingeniería genética

Jorge Martínez Contreras

Las ingenierías genéticas se han destacado de las biotecnologías de donde surgieron como disciplinas llenas de promesas para el desarrollo, especialmente alimentario y en salud, de la especie humana. Cuando la ingeniería adquiere la importancia científica y después política que ahora tiene, fenómeno relativamente reciente, vemos que los problemas de índole ética han crecido concomitantemente con estas ingenierías.

Si dejamos a un lado los miedos poco fundados, sí debemos destacar los peligros que conlleva el que el hombre juegue a substituir a la Selección Natural, como un nuevo Prometeo. A la manera de las catástrofes naturales que castigan a los ingenieros civiles demasiado ambiciosos, la Selección Natural pone en juego combinaciones genéticas que destrozan a las de los ingenieros.

En efecto, desde los inicios de la cultura humana existió la selección artificial por medio de la "cría" y la domesticación, tanto de la propia descendencia de las comunidades humanas, cuanto de los primeros animales y plantas domesticados. Sin embargo, las posibilidades que la ingeniería genética ha alcanzado, y las que se vislumbran para el futuro, son inconmensurables, en el sentido kuhniano de la palabra, en relación con cualquier fenómeno humano anterior de acción sobre su información genética. La ingeniería genética actúa sobre los genotipos (sobre la información genética que un individuo potencialmente es capaz de dejar a su descendencia) y no ya exclusivamente sobre los fenotipos (la manifestación en un individuo de la información genética). Mendel, el padre de la genética, no hubiera soñado hace más de cien años, cuando hacía sus famosos experimentos con los chícharos, que a partir de su descubrimiento se llegaría en un lapso de tiempo tan corto a posibilidades de actuar

Departamento de Filosofía, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

sobre las estructuras genéticas que tardaron millones de años en ser seleccionadas naturalmente.

La tecnología se sigue de los desarrollos científicos más significativos; su evolución es dependiente de la ciencia. Todo desarrollo científico que trae consigo concomitantes avances tecnológicos no deja de plantear inmediatamente problemas éticos. Quisiera abordar la discusión de alguno de ellos, partiendo de la iniciativa que se ha dado ya en varios países altamente industrializados, en particular en los europeos y en los EEUU, en relación con la necesaria reflexión sobre las consecuencias científicas, tecnológicas, legales, morales y, añadiría yo, sobre las propias consecuencias evolutivas de la especie humana que la ingeniería genética plantea en nuestros días.

El concepto de "ética" deriva de "ethos" en griego, lo que se ha traducido generalmente como "costumbre", interpretación que ha sido defendida particularmente por las corrientes empiristas en filosofía. Aristóteles distinguía ya entre virtudes de tipo ético y virtudes de tipo dianoético. Las virtudes éticas son para Aristóteles aquellas que orientan positivamente al agente en la consecución de un fin, mientras que las dianoéticas son virtudes de tipo más bien reflexivo. Por esta razón, las virtudes éticas interesan más para la vida del Estado pues tienen que ver con problemas de justicia, de amistad, de valor y, añadiríamos actualmente, de consistencia entre todas ellas. La ética en este sentido se preocupa mucho por los hábitos y las costumbres buscando en éstas aquellas que puedan ser virtuosas. Las virtudes dianoéticas, más ligadas a la inteligencia, a la razón, a la sabiduría, a la prudencia, etc., tienen más un interés en cuanto a una moralidad individual que a una moralidad social. Por ello adoptaré en este trabajo la palabra ética en el sentido de una ciencia que se ocupa más bien de problemas morales en todas sus formas, pero particularmente de aquellos ligados con la vida del hombre en sociedad.

La palabra ética, partiendo de estas premisas, nos coloca muy rápidamente en relación con las ciencias sociales que se interrogan siempre sobre los fundamentos de la acción humana.

En un segundo momento, la ética se interroga sobre las posibilidades de cambiar las costumbres y las acciones en un sentido positivo, de acuerdo con intereses tendentes a mejorar la vida de la comunidad. Esta es claramente una tradición derivada del Renacimiento.

En este sentido, debemos señalar que la reflexión ética no es nueva. Podemos suponer que existe desde que los primeros individuos del género *homo* desarrollaron el discurso racional por medio del lenguaje. El filósofo Jean-Paul Sartre decía "cada hombre es todo el hombre" y con esta frase quería poner de relieve el hecho de que todo proyecto humano, sea cual fuere su sitio social y su lugar histórico, es comprensible para cualquier otro ser pensante. Va todavía más lejos esta idea al poner en relación a la comprensión con dos posibles géneros de intencionalidades humanas: las de mala fe o heterónomas, que podríamos traducir como el conjunto de propósitos irracionales en su concepción

oscuros en sus metas, cuya característica común consiste en quitarle al individuo toda su responsabilidad sobre su devenir; y, por el contrario, el género de las auténticas y autónomas, las libremente consentidas, que pretenden hacer del hombre amo de su destino.[1]

Si procediéramos deductivamente y concediéramos validez a semejantes premisas, entonces un proyecto de ética social universal consistiría en la búsqueda de la libertad de todos los hombres para asegurar la propia. Estoy consciente de que la palabra "libertad" la utilizo, en la clasificación que hacemos los filósofos, como un concepto metafísico, es decir como un concepto cuyo significado no puede ser "falsado" (en el sentido popperiano de la palabra) por métodos científicos, formales o empíricos. Sobre este punto, quisiera también hacer una referencia al psicólogo Skinner, quien en su introducción al libro *Beyond Freedom and Dignity* (*Más allá de la libertad y de la dignidad*),[2] se asombra de que mientras la ciencia Griega ha sido superada en tal grado que los filósofos que trabajaban en aquellas islas del Egeo hace veinticuatro siglos, no entenderían nada en una reunión de científicos modernos, Platón o Aristóteles, que tampoco entenderían ahora nada de la ciencia moderna (por ejemplo, nada en relación con la genética que aquí nos ocupa) podrían, sin embargo, seguir sin problema una discusión sobre problemas éticos.[3]

Partiendo de la interpretación anterior, la ética, en su dimensión reflexiva interna, equivale a la más alta tarea que pueda llevar a cabo un ser humano. Expresa para muchos de nosotros los filósofos una característica humana que no creo que sustituya ninguna ciencia, por bien que describa externamente tanto la fisiología como la psicología del humano. Para Skinner, sin embargo, lo contrario es lo cierto. No cabe duda para él que en la siguiente generación los problemas éticos quedarán relegados al ser sustituidos por las ciencias positivas sobre el hombre: el concepto de reforzamiento será, frente, por ejemplo, al de decisión ética, el concepto fundamental de los nuevos tiempos. Pero los filósofos predecimos que la reflexión moral seguirá siendo materia de interés para nuestros descendientes, cosa que tal vez Skinner y los científicos positivistas no acepten.

En efecto, concedamos que el quehacer filosófico poco ha cambiado en los últimos siglos. Si así fuere, si el quehacer ético no ha cambiado sustancialmente en la historia de la humanidad, sí han cambiado, y constantemente, las materias sobre las cuales discurre la ética; en efecto, cada vez que encontramos en la historia de la humanidad importantes cambios en la estructura económica de las sociedades, encontramos también nuevas reflexiones de carácter ético, así como de carácter político.

Sartre, Jean-Paul, *El ser y la nada. Ensayo de ontología fenomenológica*, (trad. del francés), B.A., Losada, 1943

Martínez Contreras, Jorge, *Sartre La filosofía del hombre*, México, Siglo XXI, 1980.

Skinner., B.F., *Beyond Freedom and Dignity*, BANTAM, 1972.

Por ejemplo los trabajos de un gran especialista mexicano en la ingeniería genética, el Dr. Antonio Velázquez Arellano

Es claro que no es la primera vez en la historia de la humanidad que las posibilidades de actuar sobre el hombre para transformarlo como se actúa sobre otros seres vivos, en particular los animales, han causado gran inquietud en la sociedad y dudas tanto sobre su real utilidad cuanto sobre sus consecuencias morales.

Tal es el caso de la inmunidad adquirida contra los *virus* que se inició con la aplicación, en 1798, de la primera vacuna. Eduardo Jenner, doctor rural en Inglaterra, notó que muchos granjeros que habían contraído la llamada "viruela loca" no desarrollaban la deformante y muchas veces mortal enfermedad, la "viruela negra". Ese año inoculó a un niño con sustancias extraídas de una pústula del brazo de una lechera que tenía la "viruela loca". Posteriormente demostró que el joven había desarrollado inmunidad contra la "viruela negra". La posibilidad de que se pudiera vacunar a la gente causó enorme inquietud e inclusive intentos de prohibir este tipo de actividades que "no hacían sino considerar al hombre como un animal más". Sin embargo, las ventajas de la vacunación acabaron por imponerse, a pesar de que para la ciencia de entonces era imposible demostrar qué era lo que causaba tanto la "viruela loca" como la "viruela negra" (y, en consecuencia, su prevención), por la sencilla razón de que los virus no fueron aislados sino mucho después (a principios del siglo xx).

En efecto, ya después de Pasteur, los científicos estaban asombrados de aquellos seres microscópicos que se escapaban a través de cualquier filtro y que producían descomposición en la materia y, en muchos casos, resistían a las temperaturas de ebullición, que hicieran la fama de Pasteur, quien propusiera, como sabemos, el hoy muy común método de la pasteurización. Como se sabe, no fue hasta la Primera Guerra Mundial cuando un científico inglés y otro francés, independientemente, demostraron en laboratorio que se desarrollaban círculos redondos alrededor de cultivos sobre bacterias. Felix D'Hérèlle mencionó que lo que causaba estas manchas claras era en realidad un microbio invisible, un virus filtrable que parasita a las bacterias. D'Hérèlle había, de hecho, descubierto al bacteriófago; así pues, el análisis de aquellos agentes que provocaban peligrosas enfermedades y de la manera de combatirlos, que ya existía a través de vacunas, no fue demostrado sino ciento veinte años después de que fuera inventado el método de vacunación.

Volvamos al presente. El debate moral interesante hoy consistiría en conocer si Jenner tuvo o no derecho de inocular a ese primer niño sin su consentimiento expreso, ("el derecho a saber" como señala el Dr. Fernando Salmerón)[4] aunque fuera por su bien. Pero es cierto que lo que distinguió a Jenner de cualquier charlatán es que sus resultados eran comprobables y eran consistentes.

A partir de lo anterior, quisiera plantear el primero de los problemas éticos que la ingeniería genética trae consigo. La ingeniería genética es una tecnología basada en

[4] Salmerón, F., "Ciencia, política y sociedad" en *Problemas filosóficos*, Méx., SEP, 1988.

una teoría comprobable científicamente, a diferencia de tantas teorías que sin ninguna base científica han planteado muchas hipótesis buenas y malas, que van desde las tesis racistas en torno a la existencia de supuestas razas superiores, hasta el control milagroso de diferentes tipos de enfermedades. Las bases científicas de una tecnología que puede tener importantes consecuencias sobre el género humano es un primer elemento de reflexión. Una discusión ética, en la medida en que la ética pretenda ser una ciencia, tiene como principal fin demostrar si un argumento contiene bases científicas o no. En ese sentido, es claro que ha habido en el pasado, y habrá sin duda en el futuro, muchas pseudoteorías que serán defendidas y justificadas con falsas demostraciones, con el fin de llevar adelante fines ideológicos, pero de ninguna manera científicos.

En el caso de la tecnología genética, su validez científica parece estar más allá de toda duda una vez que sus resultados confirman la teoría. Sin embargo —y esto nos lleva al siguiente punto—, al desarrollarse una ciencia, las tecnologías, que se dan como aplicación de los principios básicos a fines prácticos, tienen siempre la posibilidad de perfeccionarse con fines útiles para un grupo humano o la totalidad de la Humanidad o, por el contrario, con fines negativos para algunos grupos humanos y, a veces, paradójicamente, negativos para toda la Humanidad, incluso para aquellos que los produjeron. Buen ejemplo de esto lo constituyen las armas bacteriológicas que pueden salir de todo control durante años, como les sucedió a los ingleses durante la Segunda Guerra Mundial: en una isla escocesa plantaron bacterias, como experimentación para desarrollar armas bacteriológicas semejantes a las que los alemanes parecían tener entonces. Las bacterias que desarrollaron fueron tan eficaces que mataron muy rápidamente al ganado que había sido colocado como prueba. Dichas bacterias se desarrollaron y se reprodujeron de manera excelente (para ellas): aquello que mató a los animales se infiltró en las diferentes estructuras vivas de la isla, e inclusive se depositó bajo tierra, de tal suerte que han pasado casi cincuenta años para que se limpie a la isla de los efectos de aquel experimento, sin que aún se tenga la seguridad de que esté totalmente libre de peligro. No han podido "limpiar" la irresponsabilidad de hace años. Esa cepa de bacteria no fue, sin embargo (y, por suerte) utilizada durante la Guerra. A veces la diferencia en los crímenes de guerra potenciales o actuales radica más en la cantidad que en la calidad.

Sobre grandes y pequeños genocidios (no olvidemos Somalia, Bosnia, Sudán), contamos con ejemplos aún más horripilantes: las pruebas con bombas atómicas y de hidrógeno, así como los accidentes de las centrales nucleares (Chernobyl y The Three Mile Island). Estos nos hacen ver que una tecnología utilizada para un fin puede revertirse contra ese fin e inclusive puede revertirse contra sus propios creadores. Por ello, el debate ético sobre la ingeniería genética no puede simplemente resolverse diciendo intuitivamente que es positivo en sí su desarrollo, cosa que muchos pensaríamos en esta primera instancia, sino que siendo su desarrollo positivo, sus aplicaciones concretas,

sus campos de acción, sus consecuencias futuras, deben tratar de ser previstas; se debe reflexionar sobre ellas, y la sociedad debe adoptar una actitud colectiva crítica y vigilante hacia el futuro.

En relación con los problemas de la ingeniería genética, de manera más específica, debiéramos distinguir sus efectos positivos ya comprobados y sus posibles efectos negativos involuntarios, por un lado, y voluntarios por el otro. Los efectos positivos de la ingeniería genética se pueden clasificar en muchos rubros, pero con el fin de seguir de cerca la interesante discusión del parlamento alemán, trataré de destacar algunos de los puntos ahí expresados y me referiré a argumentos del grupo denominado de los "verdes" **(grünen),** así como a argumentos expresados por un documento oficial de la Iglesia Católica. Si la Iglesia Católica poco ha cambiado, los verdes no sólo han cambiado, sino que se han desarrollado como un movimiento planetario.

Empezaré pues con el argumento que yo llamaría más naturalista, sería el de la Iglesia católica: para la Iglesia, el hombre "*no puede ser reducido a un complejo de tejidos, órganos y funciones y no puede ser valorado (como) cuerpo de los animales*".[5] Ser persona significa *"tener un alma espiritual"*.[6]

A partir de aquí, (porque ese texto no se refiere concretamente a la tecnología genética, sino más bien a la fecundación *in vitro*) la Iglesia rechaza aplicar al hombre *"medios o procedimientos que es lícito emplear en la genética de las plantas o de los animales*",[7] pero que sería imposible aceptar en el hombre, por ejemplo: la fecundación *in vitro* la rechaza la Iglesia por no tener conexión con la sexualidad —esta última sólo tolerable en el matrimonio— por lo que la considera como moralmente inadmisible. En nombre de la "integridad humana", la Iglesia defiende un naturalismo en la procreación, como en otros menesteres, pero se olvida simplemente que al elegir a la pareja ya hay una selección artificial de genes que se quieren duplicar o no duplicar, como en el caso de las deformaciones, exactamente lo que sucede cuando se selecciona a las especies domésticas en función de los caracteres que uno quiere ver reproducirse. La ingeniería genética sólo hace explícitas técnicas eficaces ahí donde el hombre utiliza implícita o explícitamente técnicas mucho menos hábiles. Tal vez la Iglesia le conceda un excesivo poder al investigador cuando dice "*el investigador usurpa el lugar de Dios [...] y se hace señor de destino ajeno*";[8] todo esto, "*lo expone a la tentación de querer transgredir los límites de un razonable dominio de la naturaleza*".[9] Al exigir que "los hijos sean

[5] "Sobre el respeto de la vida humana naciente y la dignidad de la procreación", en *Documentación e información católicas*, Roma, Edit. del Vaticano, año 15, No 12 (745), 19 de marzo de 1987, p. 8.
[6] *Ibid.*, p. 6.
[7] *Ibid.*, p. 10.
[8] *Ibid.*, p. 18.
[9] *Ibid.*, p. 5.

traídos al mundo en el matrimonio"[10] y a rechazar la posibilidad de usar gametos de una tercera persona, ahí sí, en mi opinión, la Iglesia hace del hombre un animal, porque le quita su característica fundamental frente a aquél, la posibilidad de recrearse por la cultura y, en consecuencia, el derecho y la posibilidad de amar y de educar a los niños, aunque no sean genéticamente suyos, ya sea que se haya podido o querido tener hijos propios, ya sea que se esté casado, viudo o soltero.

Contrariamente a los ideólogos del Vaticano, no creemos que la evolución natural sea un fenómeno que el hombre llegue a controlar artificialmente en su totalidad, no sólo en las próximas décadas, sino que algunos pensaríamos que el fenómeno de la Selección Natural sobrepasará siempre todo intento humano por controlarlo; en todo caso, lo que teme la Iglesia nos parece excesivo.

¿Qué pasaría si se obedeciera al Papa y no se realizara ningún control de la natalidad a nivel mundial, en particular entre los países más pobres y con menos educación —donde la mujer lleva, por cierto, la peor parte—? Sólo daríamos razón a Malthus, pues la población disminuiría junto con el desastre ecológico del planeta Tierra.

Sin embargo, las tecnologías no son *per se* solución para nada. Tecnologías mal dominadas, no apoyadas en bases científicas sólidas, pueden producir lo contrario que pretenden: perjudicar en vez de ayudar, destruir lo que se quiere construir o proteger. Este temor legítimo frente a los posibles excesos de la tecnologías, en particular las biotecnologías y la industria nuclear, aparentemente también lo pronostican, en cierta medida, los verdes alemanes desde hace casi 25 años. Estos, por ejemplo a través de la diputada Heidemarie Dann, en un voto particular en el parlamento alemán en 1987, nos dicen, en relación con las posibilidades y riesgos de la ingeniería genética, que *"ésta plantea la posibilidad de que el hombre disponga del hombre, lo configure y también lo manipule"*[11] y que se invalide así *"el consenso básico de nuestra sociedad plasmado en los postulados de la ley fundamental que establece la inviolabilidad de la dignidad del hombre y la salvaguarda del derecho a la integridad física"*.[12]

Es claro que la tesis de los verdes se parece a las del vaticano en que ambas son de corte naturalista. Esta tesis de corte naturalista, no es desarrollada adicionalmente por los *grünen*, ya que el voto se centra rápidamente en problemas políticos y no técnicos; este voto particular critica, por ejemplo, que no haya ahora y que no haya habido previamente una discusión pública y popular antes de que el parlamento la aprobare; afirma que la ingeniería genética puede pretender ignorar u obviar, por ser más barata, problemas no resueltos de la medicina asistencial. Por otro lado, y desde la perspectiva

[10] *Ibid.*, p.24.

[11] "Voto particular" de la diputada Heidemarie Dann (Grupo parlamentario de los verdes)", (hojas mecanografiadas por el Instituto Goethe, México, 1987).

[12] *Ibid.*

económica, señalan que la ingeniería genética puede favorecer una concentración del ingreso en países ricos al cambiar la estructura de los mercados mundiales y la división internacional del trabajo. Finalmente, señala los riesgos de la difusión ambiental no controlada de nuevas cepas de organismos vivos. Todo ello lleva a los verdes a proponer una moratoria, incluso una congelación de la ingeniería genética.

El Vaticano se coloca antes de toda tecnología. Se parece a Rousseau para quien el fuego (primera tecnología accidentalmente descubierta por los humanos) sacó al hombre del paraíso de la vida primitiva. Pero también difieren de Rousseau, pues el suizo sabía que no había regreso posible hacia el mundo natural. El Vaticano quiere, del mundo científico, medicinas; pero no quiere "medicinas" para el embarazo y para la liberación de las mujeres. El Vaticano está dominado por hombres que poco saben o quieren saber de la condición de la mujer.

Sobre el problema de la discusión previa que se haya o no dado en la sociedad alemana —y en las europeas, pues los verdes germanos fueron los antecesores de otros "verdes" europeos y de muchos otros países, como México—, no puedo afirmar, con la información de que dispongo, si el debate fue amplio o no. En todo caso, pareciera que las inquietudes sobre la ingeniería genética son mucho menores que las también legítimas inquietudes sobre lo nuclear, sobre las industrias químicas, la contaminación y el armamentismo.

En México, no parece aún haber surgido un debate verdadero al respecto.

De las críticas específicas avanzadas por los verdes, por ejemplo en la medicina, no se puede derivar que sería mucho mejor actuar ingenierilmente para evitar, por ejemplo, el mongolismo, que dedicarle más recursos, posteriormente, a la atención de un mongol. Moral y económicamente, lo primero sería mucho mejor, por lo cual el argumento de los verdes no me parece muy sólido frente a la acción de la medicina.[13]

Veamos algunos puntos de índole económica. La concentración internacional del ingreso, y desgraciadamente para los que pertenecemos a un país que aún no sale totalmente de su crisis económica, no es con la prohibición de una industria que esto se va a solucionar. Pero sí debemos reconocer que los países en desarrollo debieran tener acceso a las técnicas de la ingeniería genética. Es seguro que existen otras muchas ingenierías biológicas mucho más baratas que las genéticas, pero incluso en ese campo los países industrializados están en mejores condiciones de perfeccionarlas, impulsarlas y controlarlas que los países en vías de desarrollo, como nosotros. ¿Cómo garantizar este acceso? Esto es un problema de índole política y económica que se podría analizar en un estudio *ad hoc*.

En cuanto al problema del riesgo potencial sobre el medio ambiente, los verdes comparten probablemente en este único punto los temores del resto de la comisión de

[13] *Ibid.*

parlamento alemán (y del europeo) al coincidir en la propuesta de precauciones, sobre todo ahí donde no se pueden saber los riesgos a mediano y largo plazo que tendría la liberación en la naturaleza de cepas creadas ingenierilmente, aunque en una primera etapa pudieran servir, por ejemplo, para controlar plagas.

En resumen, las ventajas que para el bienestar humano traerá la ingeniería genética son enormes: *en la salud,* el diagnóstico y control de enfermedades de origen genético, en vacunas nuevas, en fármacos, etc.; en la *producción agrícola y animal,* en el control biológico y ya no químico de plagas; en *la economía,* al promover la creación de nuevos empleos; en *la ciencia,* donde todo un universo de conocimientos y de acciones tecnológicas provienen de los conocimientos básicos, pero también refuerzan el desarrollo del conocimiento científico.

No seamos, sin embargo, inocentemente optimistas. Nuevos problemas morales surgen y surgirán: por ejemplo, el control, no ya de defectos genéticos, sino la selección de los hijos en función de rasgos físicos o del sexo, como si se tratara de seguir una moda.

Habrá también problemas morales y científicos si el hombre sigue creyendo que puede tomar en sus manos a la Selección Natural y suponer que, algún día, podrá controlarla, convirtiendo a todo el proceso evolutivo en un fenómeno de selección artificial, semejante al que los humanos practicaron desde hace milenios con las especies cultivadas y domesticadas. Estos problemas morales, aunque nuevos en su materia, no serán, sin embargo, nuevos en cuanto al quehacer moral del ético —y de todo individuo que actúe moralmente—, constituirán simplemente el reestructurado campo de acción de la continuamente renovada reflexión ética.

La ética en nada se parece a la ingeniería. No se pueden hacer adaptaciones, optimizaciones éticas. Se tiene que partir de un fin y, racionalmente, crear medios en función de ese fin. El fin de la humanidad no puede ser, como lo desea el Vaticano, convertir a la Tierra en un enorme multifamiliar rodeado de áreas cultivadas al 100%. La calidad de la vida pasa por la calidad ecológica del Planeta. En esto los verdes han contribuido mucho más, aunque hayan caído en ciertos mitos utópicos.

Si no podemos regresar a la vida "natural" de nuestros lejanos ancestros, sí podemos luchar porque las ingenierías no se vuelvan las utopías del siglo XXI, utopías que no harían sino enmascarar los problemas fundamentales de la Humanidad y hacernos creer que se puede reconstruir ingenierilmente a las comunidades humanas.

La ética debe comportarse como una disciplina científica en la determinación de sus críticas y sugerencias. Sus pretensiones deben ser también jurídicas, debe procurar convertir sus consideraciones en mandatos apoyados por la fuerza de la ley: sólo así es una ética sostenible. Los retos éticos de las ingenierías genéticas son muchos y procuraremos analizar uno a uno, proponiendo soluciones morales a los mismos.

Desafíos éticos en los ensayos clínicos en países en desarrollo

Florencia Luna

Hacia fines de 1997 y parte de 1998 surgió una polémica internacional a raíz del uso controvertido de ensayos clínicos con placebo en mujeres embarazadas con SIDA en países en desarrollo. En ella se brindaron argumentos empíricos como los datos acerca de la causa de muerte en Gambia, hasta justificaciones teóricas que argüían que los países industrializados no debían establecer los estándares éticos.

La mayoría de los argumentos exhiben las dificultades que enfrenta el diseño y la implementación de investigaciones en países en desarrollo y; aunque, posteriormente, se demostrara que era mejor brindar el tratamiento breve con AZT,[1] aún merece una cuidadosa reflexión el desenvolvimiento de los ensayos clínicos en países en desarrollo.

En este artículo analizaré algunos de los argumentos esgrimidos en la polémica mencionada y trataré de enriquecer el debate brindando otras variables que mi experiencia desde otro país en desarrollo puede aportar.

UBA, FLACSO, Argentina.

Quiero agradecer especialmente a Ruth Macklin, Eduardo Rivera López y Arleen L. F. Salles por sus discusiones y comentarios a versiones previas de este artículo.

[1] "CDC Administration of Zidovudine Dring Late pregnancy and Delivery to Prevent Perinatal HIV Transmission", 1996-1998, *MMWR* March 6, 1998) vol. 47, núm. 8.

Los hechos

Tales ensayos clínicos se realizaron en África subsahariana, Tailandia y la República Dominicana.[2] El objetivo principal fue identificar el tratamiento más económico, efectivo y factible para países en desarrollo, que pudiera evitar la transmisión vertical (de madres embarazadas infectadas a sus fetos). Para ello se randomizó a las mujeres en diferentes brazos del estudio con variaciones de las dosis de medicación y con placebo. El problema se planteó a raíz de que desde 1994 ya existía un tratamiento efectivo con AZT.[3] Debido a esto, una ONG de los EEUU[4] esgrimió que tales ensayos violaban una de las provisiones de la declaración de Helsinki por la cual se debía asegurar el "mejor tratamiento probado" a todo paciente enrolado en una investigación clínica. Dos miembros de esta organización, Peter Lurie y Sidney Wolfe, publicaron un artículo en el *New England Journal of Medicine*, acompañado por un editorial bastante duro de Marcia Angell, en el que exponían los problemas en estos ensayos.[5] Rápidamente surgieron fuertes réplicas de investigadores de países desarrollados y en desarrollo. Harold Varmus, director del Instituto de Salud (NIH) de EEUU y David Satcher, director del Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC) de EEUU justificaron la importancia de la investigación para países en desarrollo diferenciándola de la mera explotación y señalaron la extensa participación de los países involucrados, así como las diferencias económicas y socio-económicas de los mismos.[6] Posteriormente se publicaron cartas aún más duras de investigadores africanos que esgrimían imperialismo ético, ignorancia de la heterogeneidad de las sociedades y falta de respeto de las consideraciones éticas de los africanos.[7]

---

[2] Lurie, P., and Wolfe, S., "Unethical Trials of Interventions to Reduce Perinatal Transmission of the Human Immunodeficiency Virus in Developing Countries" *New England Journal of Medicine (NEJM)*, vol. 337: 12 (853-6), p. 853. Algunos de estos ensayos se terminaron, pero otros continuaban en febrero de este año. Véase Marshall, E " Controversial Trial Offers Hopeful Result", *Science*, vol. 279, 27 feb.1998, p. 1299.

[3] El conocido como *AIDS Clinical Trials Group Protocol* 076 (ACTG 076) que consiste basicamente en tratar con AZT desde la semana 16 de embarazo, dar AZT intravenosamente durante el parto y durante las primeras seis semanas al recién nacido.

[4] El *US Public Citizen's Health Research Group*.

[5] Lurie, P., and Wolfe, S., *op. cit*, y Angell, Marcia," The Ethics of Clinical Research in the Third World" *NEJM*, vol. 337: 12 (847-9).

[6] Varmus, H., and Satcher, D., "Ethical Complexities of Conducting Research in Developing Countries" *NEJM*, vol. 337, núm. 14 pp. 1003-1005.
Gambia Government: Medical Research Council Joint Ethical Committee "Ethical Issues Facing Medical Research in Developing Countries" *The Lancet*, vol. 351, jan. 24, 1998, p. 286, y Mbidde Edward, "Bioethics and Local Circumstances", *Science*, vol. 279, 9 jan. 1998, p. 155.

[7] Mbidde Edward, *op. cit.*

Dentro de estas diferentes posiciones existen algunos puntos de acuerdo y desacuerdo que necesitan aclararse para analizar el alcance de las críticas. En esta primera etapa de la controversia hubo consenso respecto de la importancia de esta investigación para los países en desarrollo en tanto ésta implicaba identificar un tratamiento menos caro e igualmente efectivo dados los recursos escasos y limitados de estos países.[8,9]

La mayor controversia originalmente surgió en relación al uso de placebo en el grupo control. Lurie y Wolfe señalaron que:

> El único punto en desacuerdo es la utilización de el mejor grupo de comparación para establecer la efectividad de intervenciones menos costosas una vez que se identificó una intervención efectiva. Los investigadores que conducen los ensayos controlados con placebo afirman que tales ensayos representan al único diseño apropiado, sugiriendo que responden a la pregunta "Es el régimen corto mejor que nada?".[10]

En lo que sigue analizaré algunos de los argumentos y las respuestas ofrecidas.

El argumento del "estándar de oro"

Este argumento defiende el diseño de tales ensayos señalando que cumplen con criterios científicos. La combinación con placebo se considera la mejor situación ya que provee una respuesta rápida con pocos sujetos de investigación. La mayoría de los científicos la respaldan porque ofrece respuestas definitivas. Varmus y Satcher señalaron: "Un ensayo controlado con placebo no es la única manera de estudiar una nueva intervención, pero comparada con otros enfoques ofrece respuestas definitivas y una visión más clara de los efectos secundarios".[11]

No hay duda de que los ensayos randomizados controlados constituyen el estándar de oro, y es importante que tal criterio científico se respete siempre que sea posible,

---

[8] Sin embargo, han habido posteriormente serias críticas que rechazan que este tipo de investigación pueda lograr los objetivos propuestos aún si es exitosa. Para una crítica fuerte, véase Schüklenk, Udo "Unethical Perinatal HIV Transmission Trials Establish Bad Precedent "*Bioethics*, vol. 12, núm. 4, oct. 1998, pp. 312-319.

[9] En este trabajo no discutiré una cuestión previa: la de incluir mujeres embarazadas al estudio, darles AZT y una vez que el bebé nace quitarles tal medicación. Este tipo de conducta puede causar un daño directo muy serio a la mujer al dejarlas resistentes al AZT y además un daño indirecto a la sociedad al generar cepas resistentes que luego pueden ser contagiadas a otros miembros. Es ampliamente conocido que en este tipo de enfermedad es preferible no tratar a brindar tratamientos intermitentes (de allí los grandes desafíos que plantea el respeto y seguimiento a lo largo del tiempo de tales tratamientos). En este trabajo supongo que este problema ha sido adecuadamente considerado y que las mujeres que participan de esta investigación no fueron consideradas como meros "envases fetales".

[10] Lurie-Wolfe, *op.cit.*, p. 854 (la traducción es mía).

[11] Varmus, H., and Satcher, D., *op.cit*, p. 1005 (la traducción es mía).

pero considero que debe adoptarse un enfoque más flexible cuando cierto tipo de investigación plantea problemas éticos. Se deberían considerar otros diseños, por ejemplo la comparación entre diferentes poblaciones, los estudios de equivalencia, otros puntos de finalización; o evaluar planteos más imaginativos como la implementación de reuniones locales con los posibles sujetos de investigación y diferentes tipos de salvaguardas.[12] La rígida adhesión a estándares científicos puede resultar un obstáculo a otras alternativas que podrían superar el problema logrando también una investigación efectiva. Téngase en cuenta que los críticos de este tipo de investigación también proponían ensayos controlados, pero sin placebo.[13] Y que, hasta algunos de los defensores del control con placebo, señalan que sus reflexiones no demuestran que sea imposible obtener resultados estadísticamente significativos o realizar inferencias causales sin placebo.[14] Por otra parte, continuar investigaciones con bases éticas dudosas sin intentar modificar sus aspectos cuestionables, puede llevar a su finalización debido a reacciones internacionales desfavorables.[15]

Una de las opciones planteadas fue la de la comparación entre diferentes dosajes, que no privan de tratamiento a ningún brazo de la investigación. De hecho, cuando Lurie y Wolfe presentan los problemas con estos ensayos señalan un caso como modelo de un estudio conducido éticamente: "En 1994, Marc Lallemant, un ivestigador de *Harvard School of Public Health* solicitó financiación al NIH para un estudio de equivalencia en Tailandia en los cuales se iban a comparar tres regímenes más cortos de zidovudina con un régimen similar al del estudio ACTG 076.[...] La sección del NIH presionó repetidamente a Lallemant y al *Harvard School of Public Health* para que en lugar de ése realizara un estudio con placebo, esto llevó al director del Comité de Harvard a responder que 'La realización de un ensayo controlado con placebo con zidovudina en mujeres embarazadas en Tailandia no sería ético y resultaría inaceptable ya que es posible un ensayo con control activo'. El NIH cedió y el estudio está realizándose".[16] Este diseño posteriormente fue criticado en función de su falta de adecuación a los objetivos de la investigación.[17] Pese a ello, creo que ésta es la línea de

[12] Estoy pensando en algunas de las actividades planificadas por el ONUSIDA en relación a las vacunas contra el SIDA. Ruth Macklin "AIDS: Dealing With the Global Pandemic" Fourth World Congress of Bioethics, Tokyo, 1998.

[13] Una propuesta aceptada por los Códigos de Ética internacionales que regulan la investigación.

[14] Resnik, David "The Ethics of HIV in Developing Countries" *Bioethics*, vol. 12, núm. 4, october 1998, p. 297-8. También Reider Lie sugiere algunas preocupaciones en relación a la ética de los ensayos randomizados, aunque no los desarrolla. "Ethics of Placebo-Controlled Trials in Developing Countries" *Bioethics*, vol. 12, núm. 4, october 1998, p. 310.

[15] Este puede ser el caso de ONG, investigadores o agencias que financian las investigaciones. De hecho, toda esta controversia ha hecho replantear seriamente, por ejemplo a ONUSIDA, las estrategias a seguir con las experimentaciones con las vacunas contra el SIDA.

[16] Lurie P. and Wolfe S., *op. cit.*, pp. 853-854 (la traducción es mía).

[17] Resnik, David, 1998, p. 293-9.

abajo a continuar: la búsqueda de diseños o implementaciones alternativos para evitar erias críticas de índole ética.

Sin embargo, una objeción a esta propuesta respecto de nuevos o diferentes diseños uede argumentar que se tardaría más en obtener la información, dadas las complejidades ue la nueva propuesta pueda implicar. La cuestión puede expresarse como: obtener esultados menos rápidamente pero protegiendo a los involucrados en la investigación; defender que buenos fines justifican el medio más rápido y efectivo. Aunque no fuera xplícitamente expuesto, éste es, uno de los puntos principales del debate: el argumento tilitarista que señala que este tipo de investigación gana tiempo y salva vidas humanas.

l argumento "el tiempo salva vidas humanas"

l argumento dice lo siguiente: como los ensayos con placebo brindarán resultados ápidos, salvarán más vidas que la investigación que se hace sin ellos. La investigación on placebo seguramente sacrificará algunas vidas (las de aquellos en el grupo placebo), pero a la larga, salvará más vidas (porque encontrará con eficacia los resultados uscados y se implementará inmediatamente). Por otra parte, la investigación sin placebo, tomará más tiempo para lograr iguales resultados y dejará morir a todos aquellos iños que no puedan aprovechar los resultados tempranos. Protegerá efectivamente ólo a aquellos enrolados en la investigación: sólo una muestra en comparación con los iiles que pueden llegar a ser salvados con la implementación temprana de la nueva erapia ya probada.

Este tipo de razonamiento utilitarista enfatiza las consecuencias positivas de los nsayos con placebo. Frente a él pueden esgrimirse dos tipos diferentes de respuesta. a primera sería externa y sus razones deontológicas: por ejemplo, se puede señalar la nportancia de respetar principios y reglas morales. Estos ensayos violarían una de las eglas que protegen a los sujetos de investigación al no ofrecer la mejor terapia probada. os sujetos de investigación merecen protección y no deben ser tratados como meros iedios para ciertos fines. Se puede introducir también alguna noción relacionada con l principio de respeto por las personas independientemente de las consecuencias.

Aun si este tipo de respuesta es fuerte y persuadirá a un buen número de personas, uede no convencer al utilitarista a raíz de la naturaleza de la misma: fundamentalmente eontológica. Un utilitarista no aceptaría este argumento ya que se apela a principios iorales, no brindaría una justificación adecuada.

Un segundo tipo de respuesta propone un análisis de tipo utilitarista. Ofreceré tres azones que exhiben problemas y consecuencias negativas al argumento antes presentado *i.e.* "el tiempo salva vidas humanas"). Estos contraargumentos serán internos y robablemente más útiles para persuadir al utilitarista.

1. Uno de los problemas que el argumento "el tiempo salva vidas humanas" deberá enfrentar es la falta de certeza y la falibilidad humanas. Éstos son rasgos de la deliberación humana y en este caso en particular, se refuerzan por la naturaleza misma de la empresa de investigación. No hay certezas en los resultados a obtener.[18] Incluso en este caso, posteriormente demostrado como positivo; en su primer etapa, cuando se diseñó la investigación, aún era posible que el tratamiento breve no fuera de ayuda.

Por otra parte, este argumento debe descansar en la disponibilidad inmediata de la droga testeada. Para ello o se confía en la buena fe de los gobiernos cuando dicen que van a proveer el tratamiento económico, o en la posibilidad privada de acceso por parte de las mujeres infectadas. Pero, aun con precios reducidos ($50-$150) es muy difícil obtenerlo para la gente del África Subsahariana.[19] Y si no se dispone inmediatamente de la droga, entonces el cálculo no funciona.

Recapitulando, entonces, en el argumento "el tiempo salva vidas humanas" hay dos factores: buenos resultados clínicos obtenidos mediante la investigación y acceso efectivo a la droga. El punto es que esto depende no sólo de la deliberación humana sino de difíciles variables económicas y políticas. Si cualquiera de estos factores falla, habrá serios problemas para lograr los beneficios esperados y mientras tanto se dañarán a los sujetos de investigación y sus niños.

2. Otro problema surge al relajar las reglas que protegen a los sujetos de investigación. ¿Bajo qué condiciones se rechazará un proyecto de investigación? En general casi todas las investigaciones clínicas ofrecen beneficios para la humanidad. Si el tiempo para lograr resultados es el principal criterio para su diseño, bien podríamos permitir la experimentación con ciertas poblaciones y evitar algunos estándares morales.[20] A veces, exponer a los sujetos de experimentación a mayores riesgos es más rápido y efectivo. Considérese, por ejemplo, el caso de los posibles ensayos con vacunas contra el SIDA, podría sugerirse que no se aconseje sobre los riesgos y la necesidad de conductas preventivas (brindar información en general así como acerca de la importancia de usar preservativos). De esta manera, un alto porcentaje de actividades riesgosas podrían demostrar rápida y concluyentemente si una vacuna es efectiva. Así pues, resulta bastante difícil trazar una línea respecto de qué tipo de protección mantener si favorecemos la obtención de resultados rápidos por encima de la seguridad de los sujetos de investigación.

[18] Esto puede aplicarse a la investigación en general, y resulta más problemático cuando plantea riesgos mayores que los mínimos.

[19] Schüklenk, Udo, 1998, p. 317.

[20] Por ejemplo, a aquéllos sin educación, pobres, con retrasos mentales, prisioneros o huérfanos podrían considerarse en algunos casos sujetos de investigación, en tanto puedan proveer un rápido y accesible consentimiento.

3. Finalmente, se puede esgrimir otro tipo de argumento que señala las malas consecuencias para la investigación en sí que pueden surgir de un relajamiento de la protección de los sujetos de investigación. La gente desconfiará de estos proyectos y será cada vez más difícil encontrar voluntarios. Que lo anterior es una consecuencia posible se refleja en los comentarios y falta de confianza en la investigación de los jóvenes negros norteamericanos con poca educación. Esto fue señalado por el Comité de Consejo sobre experimentaciones con radiación sobre humanos.[21] Indudablemente, esta población fue uno de los blancos tradicionales para cierta investigación abusiva. Y sus reaciones actuales son las de desconfianza y rechazo. Romper las reglas que protegen a los sujetos de experimentación puede llevar a consecuencias negativas porque tales sujetos pueden temer que se violen otras reglas.

Así pues, aun si en este caso en particular pueden haber posibles beneficios —si concedemos puntos empíricos fundamentales tales como que los resultados serán sumamente positivos y que la terapia será inmediatamente implementada en los países que realizan la investigación— quizás sea prudente continuar respetando las reglas que protegen a los sujetos de investigación a raíz de otras consecuencias negativas. Considero que estos tres puntos pueden persuadir a un utilitarista de regla y a un utilitarista de acto, para éste último serían relevantes los puntos 1 y 3 aun si rechazara el segundo.

El argumento financiero

También se esgrimió otro argumento que cambia de ángulo y se centra en el plano económico. Por ejemplo, Mbidde señala:

> Las políticas en relación al manejo de la salud difieren en los países industrializados y en desarrollo a raíz de sus capacidades económicas diferentes. Mientras es una política establecida que en los Estados Unidos y otros países desarrollados se ofrezca AZT a todas las mujeres embarazadas, esto no se puede lograr en muchos países en desarrollo porque los costos de la droga y el soporte logístico son prohibitivos.[22]

El Dr. Mbidde está en lo correcto cuando señala estos serios problemas de costos. Sugiere problemas financieros en los países en los cuales se desarrolla la investigación. Señala los problemas que existen en la atención de la salud ordinaria o la dificultad de

[21] Kass, N., and Sugarman, J., "Are Research Subjects Adequately Protected? A Review and Discussion of Studies Conducted by the Advisory Committee on Human Radiation Experiments" *KIEJ*, vol. 6, núm. 3, sept. 1996, p. 275.
[22] Mbidde, Edward , "Ethical Issues", p. 155.

acceso al cuidado de la salud en tales países. Sin embargo, creo que se debe diferenciar entre el *contexto de investigación* del *contexto de política pública disponible*. Es cierto que en ciertos países en vías de desarrollo existen serios problemas relacionados con sus escasos recursos para el acceso al cuidado de la salud. Pero debemos diferenciar lo que ocurre en la "situación ordinaria" y sus problemas y limitaciones y lo que debe ocurrir en una situación de investigación. Y si bien como sociedad todos debiéramos intentar erradicar tales situaciones de extrema pobreza, no tenemos la fuerte obligación que los investigadores tienen hacia las personas que involucran en sus proyectos. En la situación de investigación, las personas que participan de ella merecen protección y el mejor estándar de cuidado; y los investigadores y sus esponsors deben tomar los recaudos necesarios para lograrlo. Y, aunque podrían haber posibles excepciones, por ejemplo: "Una excepción podría ser un cuidado estándar que requiera gastos exhorbitantes, como puede ser construir una unidad de cuidados coronarios. Pero, dado que habitualmente el manufacturador entrega gratis la zidovudina para los ensayos clínicos; en este caso, el costo excesivo no podría ser un factor".[23]

El argumento socioeconómico

Aquí el énfasis no reside en el costo sino en los factores socioeconómicos que pueden obstaculizar la investigación. Considero que es el argumento más sólido ya que presenta fuertes razones por las cuales hay impedimentos en la investigación tales como la falta de cuidados prenatales, partos rurales, pocos partos en instituciones sanitarias. Refiriéndose al protocolo 076 (el tratamiento estándar) Varmus y Satcher comentan

> Aunque este régimen se demostró efectivo, requiere que las mujeres que sean testeadas de HIV, reciban consejo respecto de su estatus HIV en el embarazo temprano, cumplan un régimen oral largo y con la administración intravenosa de la relativamente costosa droga antiretroviral zidovudina y eviten amamantar. Además, los recién nacidos deben recibir seis semanas de zidovudina oral y, ambos, madres e niños deben monitorearse cuidadosamente a raíz de posible efectos adversos de la droga.[24]

Éstas son razones de peso, problemas que en ocasiones los investigadores deben enfrentar al trasladar investigaciones originalmente diseñadas en países industrializados a países en desarrollo. Sin embargo, dadas las condiciones extremas de estos sitios, vale la pena preguntarse si es absolutamente necesario realizar tales ensayos, y si no es

[23] Wolfe, and Lurie, "Unethical Trials", p. 855.
[24] Varmus, and Satcher, *op. cit.*, p. 1004.

preferible llevarlos a cabo en países en desarrollo pero con una mínima infraestructura que permita sortear este tipo de impedimento y a la vez llevar a cabo una investigación éticamente aceptable.

El argumento de la práctica estándar

Otro argumento importante que se utilizó para rechazar la necesidad de brindar la "mejor terapia probada" al grupo placebo fue el argumento de la "práctica estándar".[25] Éste señala que en la mayoría de estos países no se ofrece ningún tratamiento a las mujeres y que por lo tanto algún tratamiento es mejor que nada. Sugiere sutilmente que para el grupo placebo, la investigación aunque no es beneficiosa, tampoco es dañina y que no causa nada que no ocurriría "naturalmente".[26]

A mi criterio, este argumento nuevamente mezcla los dos contextos diferentes: el de la *investigación* y el de la *situación disponible*, sin considerar las obligaciones morales involucradas en la investigación. Ambas situaciones no son equivalentes. Mientras es muy difícil modificar la política o situación financiera de un país; es posible cumplir con ciertas obligaciones hacia las personas enroladas en un ensayo clínico.

Paralelamente, se puede construir un argumento opuesto que desafíe la visión de las mujeres que participan en la investigación. Para ello debemos considerar los esfuerzos de estas mujeres: deben dejar sus trabajos o sus otros hijos a cargo de otras personas para poder realizar visitas periódicas al hospital, deben viajar para llegar al centro de atención, medicalizar su embarazo —una conducta inusual para este tipo de población, etc. Tales esfuerzos, que muchos científicos locales señalaron que no formaban parte de las conductas habituales, merecen respeto y valoración. Así pues, en lugar de tratar a estas mujeres como si estuvieran recibiendo el tratamiento médico habitual o la parte que su sociedad puede ofrecerles, los investigadores deberían evaluar honestamente que merecen esas personas debido a sus esfuerzos "extraordinarios".

[25] Este argumento no fue sugerido explícitamente por los investigadores, pero puede inferirse en su versión más extrema de las críticas de Angell (véase Angell, *op. cit.*). Una versión del mismo señalará que en tales países los ensayos son moralmente aceptables porque las mujeres no pueden tener acceso a ningún tratamiento. Un contraargumento señalará que los riesgos y las condiciones miserables en la cuales viven ciertas poblaciones no son privativas de los países en desarrollo, muchos países industrializados también cuentan con poblaciones en condiciones míseras. Si esto es así, tales minorías en condiciones vulnerables o con escasos recursos también podrían ser expuestas a riesgos mayores...pero esto nos acercaría demasiado a la justificación de Tuskegee, lo cual en general es rechazado como falto de ética por los mismos investigadores.

[26] Debora Zhion, criticando este argumento, señala sus incómodas consecuencias: "...sería éticamente aceptable explotar el sufrimiento de las poblaciones vulnerables aun si se conocen los medios para aliviarlos, porque si no se les hubiera ofrecido la investigación de todas maneras las mujeres en cuestión hubieran transmitido la infección a sus hijos".

Países en desarrollo

Además de los argumentos anteriores, ¿existen acaso otras razones relacionadas especialmente con la situación de los países en desarrollo que señalen la necesidad de cautela a la hora de abandonar ciertas protecciones? ¿Qué sucede en relación a otros factores socioeconómicos no mencionados previamente que también pueden alterar la investigación? ¿Qué influencias pueden tener ciertos "incentivos" que no se pueden ignorar?

Para analizar estos aspectos prefiero hacer referencia a la experiencia de mi propio país y dejar de lado, por el momento, la situación africana. La Argentina puede considerarse en una mejor situación económica que la mayoría de los países africanos subsaharianos —cuenta además con una amplia clase media y con una relativamente buena educación pública—, sin embargo continúa siendo un país en desarrollo con problemas y variables compartidos por muchos otros países en desarrollo. Y, aun si existen diferencias significativas entre los diferentes países en desarrollo, aun si la Argentina puede considerarse en una mejor situación; enfrenta ciertas condiciones endémicas que ofrecen fuertes razones para tener precaución. Y, si ésta es la situación para la Argentina, debería ser aún más preocupante para otros países en desarrollo que además de los problemas que señalaré tienen que superar otros obstáculos financieros y sociales.

Una primera cuestión es que no se paga bien a los médicos e investigadores en los hospitales públicos de la Argentina. Debido a esto generalmente complementan sus salarios con la práctica privada (si son médicos) o con posiciones simultáneas en diferentes instituciones (si son investigadores). A través de medios informales, se sabe que en muchos casos las "compañías farmacéuticas" pagan a los investigadores que participan de un ensayo y no sólo eso, también pagan por cada uno de los sujetos de investigación enrolados en el estudio.[27] Esto puede sembrar ciertas dudas respecto de si se está efectuando una selección adecuada de tales sujetos de investigación; nótese además que en estos casos el dinero no se otorga a la institución ni se preveen mecanismos transparentes de distribución, se trata de dinero que va directamente al bolsillo del investigador que, como recién mencioné no percibe buenos salarios... Por supuesto que hay investigadores serios que no se "tientan" con estos incentivos, pero es innegable que este tipo de alicientes pueden manipular a algunos que pueden estar demasiado ansiosos por participar en cualquier proyecto de investigación.

Otro punto relevante es que la mayoría de la investigación se realiza en los hospitales públicos y no en las clínicas privadas. Esto significa que la población disponible es

[27] No sólo se propone este modo directo de pago, sino una variada gama de incentivos que son relativamente aceptados en el mundo, como viajes en primera clase a conferencias internacionales, etcétera.

típicamente la más vulnerable: analfabetos, con pocos recursos económicos y sin otra posibilidad de acceder a cuidados sanitarios. En general esta población siente gratitud por lo que se les ofrece y no osaría cuestionarlo. Además, se los trata en forma paternalista y al estar en mala situación económica pueden ser más facilmente manipulados para que acepten cualquier cosa.[28] Por otra parte, existen otras formas sutiles de presión: por ejemplo cuando el país está acostumbrado a sojuzgar a la mujer o tiene una tradición religiosa fuerte que privilegia al feto y al rol reproductor de la mujer;[29] puede resultar muy difícil rechazar una investigación que propone beneficiar al feto. En tales situaciones parece complicado poder establecer las condiciones adecuadas para la aceptación o rechazo de la investigación.[30]

Un tercer punto es que en general existe una *falta de respeto hacia las personas*. En países en los cuales la muerte ha sido moneda corriente —lamentablemente ostentamos una larga historia de dictaduras, muertes y violaciones a los derechos humanos— existe cierta tendencia a no respetar a las personas. Esto sucede en el ámbito de la investigación así como en otras situaciones médicas y no médicas. Acabo de mencionar el paternalismo que sufren las poblaciones analfabetas, otro ejemplo de esta falta de respeto se percibe en la deformación que se realiza de la práctica del consentimiento informado (existe una tendencia a identificar al consentimiento informado con un instrumento legal en favor del médico y especialmente de la institución y en contra del paciente).

Es posible que algunas de las variables mencionadas sean compartidas por algunos países industrializados, sin embargo la diferencia reside en la coexistencia de estos tres tipos de problemas sumado a otro tipo de variables tales como mecanismos muy pobres de control (por ejemplo, la creación *ad hoc* de Comités de Ética de la investigación sin una adecuada membresía y formación) o la falta de castigos de acciones incorrectas y la existencia de corrupción como un problema endémico, etc.[31] Así pues, debería considerarse el efecto acumulativo de todas estas variables a la hora de decidir mantener o quitar algunas de las salvaguardas que protegen los sujetos de investigación.

---

[28] Luna, Florencia "Paternalism and the Argument from Illiteracy", *Bioethics*, vol. 9, núms. 3-4, july 1995, pp. 283-290.

[29] Un ejemplo es la religión católica.

[30] No quiero decir con esto que en cualquier investigación puede considerarse imposible el consentimiento informado o que puede ser aceptada sólo por ofrecer incentivos inadecuados. Una posible objeción podría señalar que el tratamiento prolongado como control podría considerarse también como un "incentivo inadecuado". A esta objeción yo respondería que si bien la supervisión y el control médicos así como el "mejor tratamiento probado" pueden describirse como incentivos para colaborar en una investigación, también pueden describirse como formas limitadas de minimizar la vulnerabilidad de los participantes en tales ensayos.

[31] Éste es un problema digno de considerar cuando se diseñan investigaciones internacionales multicéntricas. La Argentina está considerada uno de los países con índices más altos de corrupción por *Transparency International*, así como también gran parte de los países africanos subsaharianos y algunos países del este europeo. En general el problema de la corrupción ha sido ignorado en la literatura bioética. Véase Luna, F "Corruption and Research" en prensa.

La necesidad de investigar en los países en desarrollo

Una reacción inicial ante la enumeración de las variables recién mencionadas, podría ser invalidar la conducción de ensayos en tales países. Yo no considero que ésta deba ser la conclusión.

No estoy argumentando en favor de una visión rígida de la investigación en la cual no pueda introducirse ningún cambio y en la cual no se puedan tener en cuenta factores socioeconómicos. El SIDA, sus activistas, así como el debate público han transformado la investigación de diferentes maneras. Se modificaron los criterios de exclusión, incorporando poblaciones antes dejadas de lado como los adolescentes y las mujeres. Se alteraron ciertos aspectos de los diseños clínicos en cuanto a su finalización o a la consideración de la carga viral. En Estados Unidos se cambiaron las regulaciones de la FDA y se ayudó a que ésta fuera una agencia más eficiente. Estas modificaciones beneficiaron a la investigación y a sus participantes.

Además, es indudable que los países en desarrollo también necesitan investigación, no sólo por razones humanitarias sino también por motivos científicos. Por ejemplo, los ensayos de vacunas contra el SIDA tienen que realizarse en países industrializados y en desarrollo ya que hay diferentes cepas en diferentes partes del mundo. Existen demasiadas personas que sufren esta devastadora enfermedad y existen también razones válidas para llevar a cabo investigaciones. Así pues, pienso que es fundamental realizar investigaciones en estos países, pero lo que intento mostrar es que también es importante mantener ciertas salvaguardas, evaluar cuidadosamente la proporción entre riesgo y beneficio y proteger a posibles poblaciones vulnerables.

Conclusión

En este trabajo intenté mostrar algunos de los problemas y sesgos inherentes a ciertos argumentos en el debate sobre el AZT y en la implementación y diseño de ensayos en países en desarrollo. Procuré ampliar la perspectiva teniendo en cuenta lo que sucede con las mujeres embarazadas en la investigación en países no industrializados.

En función de lo argumentado anteriormente considero que en lugar de relajar inmediatamente ciertos artículos de los códigos éticos internacionales, se deben explorar otros enfoques metodológicos. El verdadero desafío, entonces, surge en relación a nuevos diseños metodológicos o a formas alternativas de implementar la investigación que, de un lado ofrezcan protección a los sujetos de investigación y del otro, permitan un buen trabajo científico.

CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN ECOLÓGICAS

Biodiversidad. ¡Divino tesoro!

Francisco F. Pedroche

"...el hombre imprime a todos
sus actos la característica de la
inconsecuencia y de la debilidad.
En este mundo lo único completo
es la desgracia".
BALZAC, 1831

Advertencia

Este no es un texto cien por ciento científico, aunque esta escrito por alguien que se jacta de ser un amante de la ciencia, de hacer de ella su *modus vivendi*. Posee esta historia ciertamente elementos y conceptos resultados de la teoría y la práctica científica, pero es más bien una reflexión, una oportunidad de volver la cara a un estilo que los rígidos modelos de revistas científicas han desechado de su haber por diversos motivos, no necesarios de comentar aquí. Incluye ideas, sentimientos y también vestigios de emoción desbordada. Posturas radicales, pero también algunas muy flexibles. Enojos y desesperaciones propias de la edad, cronológica y geológica. Esperanzas, conservadas celosamente, acerca de un futuro incierto sobre uno de los legados más grandes de la historia evolutiva de nuestro planeta Tierra, su riqueza y variedad de formas vivientes.

Depto. Hidrobiología, UAM-Iztapalapa, apdo. postal 55-535, México, D.F. 09340, University & Jepson Herbarium, University of California 1001 VLSB # 2465, Berkeley, CA 94720-2465,
Dedico este pequeño texto a mi maestro Paul C. Silva, callado, incansable y comprometido científico.

Consideraciones iniciales

La modificación de nuestro alrededor ha sido una característica, ponderada por algunos pensadores, para diferenciar al ser humano del resto de los animales. Esta modificación, que se ha convertido en profunda alteración, ya era preocupación de otros intelectuales en el siglo XIX, sino es que mucho antes. La alteración ha ido demasiado lejos, víctima de la codicia y la sinrazón. Reforma, no sólo de nuestro entorno sino también de nuestros valores o principios como sociedad. Una brecha que muchos vemos como imposible de cerrar, quizá de disminuir un poco. Así, la conciliación entre millones de intereses, válidos, artificiales, superficiales, temporales o permanentes ha sumido a la comunidad científica y en menor grado al grueso de la población, en la búsqueda de formas, soluciones, hechizos o fórmulas mágicas para preservar, corregir o cuando menos retardar, el agotamiento de nuestros recursos naturales.

Es curioso reconocer que ante las evidencias mostradas y muchas de las veces manipuladas por la prensa, televisión y tradición oral o ficticias, materializadas como una proyección en diversas revistas, libros y películas de ciencia ficción en las que la mayoría de las veces, me atrevería a decir que casi en un cien por ciento, se muestra un panorama macabro, ausente de seres vivos, landas desoladas, desiertos vastos, aguas contaminadas y una guerra fiera por la posesión de los pocos buenos alimentos y tierras disponibles, somos incapaces de reflexionar, detenernos a pensar, imposibilitados de actuar para cambiar el rumbo que generaciones pasadas nos han forzado a caminar.

La frase tan célebre de Karl Marx y ampliamente difundida entre los pseudointelectuales (así nos denominábamos a nosotros mismos) de mis tiempos mozos: "la religión es el opio de los pueblos", que con tanta sabiduria fue acuñada, ha dado paso a una peor, en el sentido de que está terriblemente generalizada. Las religiones, estoy seguro quisieran tener la trascendencia que este objeto, esta fantasía, tiene en la actualidad "dinero opio de los pueblos". Bueno, dejémonos de moralidades y asumamos el reto de escribir sobre este tema tan controvertido, cenagozo, tramposo pero a la vez alucinante, complicado y fantastico. La Biodiversidad, ¡divino tesoro!

El problema de definición

Quizá no podemos iniciar esta contribución sin intentar definir, lo que se entiende por biodiversidad[1] y como será interpretada a lo largo de esta contribución. La palabra "

[1] La palabra biodiversidad parece provenir de un simposio realizado durante 1986, cuyos trabajos fueron publicados en un libro llamado precisamente "Biodiversity" (Wilson, 1988).

es más que la conjunción o abreviación de dos conceptos que vinculados facilitan y acrisolan una idea, desde mi punto de vista innovadora: diversidad de seres vivos, diversidad biológica (biological diversity = biodiversity = biodiversidad). Algunos dirán que no tiene nada de innovadora, nada de trascendente. Aparentemente no, ¿qué puede tener de importante sólo reunir dos palabras? Mas el sencillo acto de reunir, hace que dos individuos se conviertan en pareja, dos puntos eléctricos terminales hagan la luz, dos fortunas reunidas conviertan bellos manglares en campos de golf inertes. La fusión biodiversidad brindó una magnitud diferente a los problemas de diversidad, los convirtió en uno sólo, en la intergración, retroalimentación y dependencia a través de tiempo y espacio, colocó a la diversidad biológica en el campo de la diacronía después de que por mucho tiempo fue sincrónica. Forzó al trabajo interdisciplinario y multidisciplinario por no mencionar, en el lenguaje actual, el transdisciplinario. Incitó el ejercicio de formación de profesionales especialistas, la reunión de fuerzas. Trató de despertar a una conciencia global inexistente.

La palabra biodiversidad ha tenido y tiene en la actualidad muchas connotaciones y además su ámbito de acción cubre diversos niveles, desde la diversidad de moléculas presentes en los seres vivos hasta la diversidad de ecosistemas en que ellos viven. Muchos trabajos han bordado sobre este tema y no es pretensión del presente, discutir la trama a fondo. Sin embargo, trataremos de hacer un resumen breve de los principales enfoques del concepto.

En general se distinguen tres grandes ámbitos, que también pueden ser interpretados como niveles: *a)* el ecológico, que implica los ecosistemas; *b)* el taxonómico, involucra a las especies y *c)* el genético, en el cual se entrelazan, poblaciones, cromosomas, genes y alelos (Heywood, 1994; John, 1994; Spellerberg, 1996). No podemos negar que en algunos momentos estas tres dimensiones se funden y hacen demasiado complejo el laberinto.

La biodiversidad taxonómica, denominada generalmente *específica*, está evaluada en términos del número de especies en un espacio determinado. Silva (1992, p. 433), considera la diversidad taxonómica como la evaluación de la igualdad en la representación de las especies, de los diversos grupos, de una biota[2] local comparada con el espectro taxonómico regional. Ambas apreciaciones tienen su limitante principal en la debatida definición de especie y, aún más, en el factor tiempo que en la mayoría de las ocasiones no es incorporado, dando la idea de que la biodiversidad es algo estático y que el número de especies no se modifica con el paso de los años. Tiempo significa cambio y cambio es evolución, resultando en diversificación biológica.

[2] Con este término se conoce al grupo de organismos de una región o de un tiempo específico.

El componente taxonómico de la biodiversidad ha recibido atención durante muchos años y la Agenda Sistemática 2000[3] se propuso en 1994, dedicar 25 años de esfuerzo supremo para terminar el incompleto inventario de las especies presentes en el globo terráqueo (Anónimo, 1994a). El gran obstáculo para completar este objetivo son las enormes regiones tropicales con su supuesto número de especies nuevas por descubrir y los pocos recursos económicos destinados para ello, peor aún en naciones preocupadas en resolver conflictos étnicos, sociales y económicos que rebasan las inquietudes de un puñado de científicos en "vías de desarrollo". Necesario es reconocer, en el caso de México, los esfuerzos que la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha realizado, a través de sus programas de financiamiento, para el estudio de la diversidad biológica. El apoyo que ha brindado a Universidades de provincia que viven esa biodiversidad y que carecen en gran medida de los recursos necesarios y suficientes. La generación de bases de datos y becas, el reforzamiento de herbarios y colecciones, el empuje para la aparición de publicaciones de diversa índole y finalmente, la gran tarea en la selección y definición, en este país, de las llamadas áreas prioritarias (Arriaga Cabrera *et al.*, 1998).

La biodiversidad en el sentido ecológico se reconoce como la variedad de ecosistemas, hábitats o "paisajes". Los ecólogos comúnmente consideran también el número de especies, pero sólo como uno de los elementos de la diversidad al cual llaman *riqueza específica*. El segundo elemento importante es, qué tan equitativa (*equitatividad*) está la representación de los individuos de cada especie en un ecosistema (Silva, 1992). Aunque la diversidad ecológica incorpora un elemento importantísimo que es la interacción entre los diversos componentes de un sistema, también en momentos da la impresión de no considerar la temporalidad y los efectos que ella tiene en los seres y contextos ambientales.

Aquí también, como en el aspecto taxonómico, el problema de definición y demarcación son puntos de álgida discusión. Se habla de dar prioridad a los aspectos fitosociológicos, fisiognómicos o ecofisiológicos en esta tarea definitoria (Heywood. 1994). Por supuesto que no debe hacerse a un lado el factor ecológico que actúa en tiempos y espacios particulares pero creemos, una vez más, que el énfasis debe recaer en la historia evolutiva relacionada con la biodiversidad. Esta interdependencia entre ambiente y especie resulta en lo que comunmente se denomina *habitat*. Un *ambiente* puede ser considerado como el abanico de posibilidades abióticas y bióticas con las que una especie se "casa" conforme a una serie de requerimientos que su historia

[3] Durante 1994 y gracias a la participación de las sociedades más renombradas en Sistemática y Taxonomía se integró un grupo (convención) que a la luz de la Convención de Río formuló un plan de trabajo para estudio y conservación de la biodiversidad global.

evolutiva le ha impuesto. El "camino" de aquí en adelante será una comunión estrecha entre los cambios ambientales y los genéticos de esa especie. Así, el *habitat* se concibe como una instancia cambiante, muy particular y única, que se destruirá en el momento que una de las dos partes desaparezca, la especie o las condiciones que permiten su permanencia. De ahí que la metáfora de la Reina de Corazones[4] resulte tan fascinante, tan descriptiva; como bien me hizo recordar mi colega Dreckmann (comunicación personal).

De esta manera, la evaluación de la diversidad específica involucra la diversidad de hábitats y viceversa. Las medidas de conservación aplicadas a ecosistemas repercutirán en la especies y al recuperar especies se recuperan hábitats. La piedra de toque para la toma de decisiones en el mantenimiento (conservación) de regiones y en la recuperación (restauración) de otras áreas geográficas, duramente impactadas, es el reconocimiento del camino evolutivo de los entes vivos, llámense especies o sistemas. Este aspecto es tratado con mayor amplitud en la sección correspondiente.

Finalmente, ¿qué se entiende por diversidad genética? Avise (1994) en su excelente libro menciona algunos parámetros que podrían ser empleados como indicadores en la conservación y discute las limitaciones y contradicciones encontradas, conforme los diversos investigadores se internan en un número mayor de organismos de los diferentes clados[5] existentes en la actualidad. Básicamente, diversidad genética se refiere a qué tantas formas diferentes de expresión del genotipo[6] hay y qué tan separadas están unas de otras. Como se mencionaba en párrafos anteriores, nosotros reconocemos depósitos de esta información en la forma de genes, alelos, cromosomas y su expresión en poblaciones y especies. Sin embargo esta variación de información puede ser muy pequeña; en el caso de los humanos por ejemplo, qué tan gruesa o abundante es nuestra ceja, o puede ser de la magnitud de integrar sistemas muy diferentes como la respiración por branquias o por pulmones. La consideración de este grado de variación se denomina divergencia genética. En este gran intervalo ¿qué tan divergentes tienen que ser dos grupos de individuos para ser considerados bajo patrones de diversidad, conservación o recuperación diferentes?

En otras palabras, si Noe hubiese tenido que elegir cuáles representantes del grupo canino subir al arca ¿eligiría al lobo, al coyote o al perro doméstico?, o hubiera optado por salvar al labrador, al pastor inglés o al chihuahueño. La divergencia genética es comparativamente diferente entre las razas de *Canis vulgaris* (doméstico) que entre

[4] Este modelo, conocido como "Red Queen" y basado en el cuento de Lewis Carroll, *Alicia en el país de las maravillas*, fue propuesto por Van Valen en 1973

[5] Clado. En el lenguaje cladístico representa a un grupo monofilético, consistente de un ancestro y todos sus descendientes (Maddison y Maddison, 1992) La traducción al español a partir de "clade" es conforme a Sanchiz y Valdecasas (1980).

[6] Genotipo es la información que se encuentra contenida en el material genético y que no necesariamente se expresa, cuando lo hace se le denomina fenotipo.

éstas y *Canis lupus* (lobo) y *Canis latrans* (coyote). Bueno, de todas formas algunos se hubieran ahogado por no estar bien ubicados geográficamente.

La Agenda Sistemática 2000, en un esfuerzo por reunir los elementos taxonómico, ecológico y genético, define la biodiversidad como "The variety and variability among living things, including the number of species, number of distinct clades, within-species genetic variation, and "functional" diversity (the countless ways in which organisms function and interact with each other and their environment)", (Anónimo, 1994b). Edward Wilson en 1992 ya había dado una definición integral del concepto y algo parecida a la anterior.

Pérdida de la biodiversidad, ¿fenómeno natural o inducido?

Valga iniciar este inciso con un proverbio, "una imagen vale más que mil palabras". Bueno, en este caso serán virtuales, pues habrá que evocarlas en la mente. Las primeras de un reciente, otras de un pasado antiguo. Las iniciales presenciadas por el que esto escribe, las segundas afortunadamente no. Imagínense un bosque de manglar en la costa sur de Jalisco, árboles muy altos con raíces en zanco, aves revoloteando en sus copas, mil y un sonidos escondidos en el suelo, su nombre: Colemilla, le llaman los paisanos. Allende su vista un ruido se levanta, primero lejos después cerca, humo perciben sus ojos, caída de ramas, vuelo desenfrenado de pajaros unicolores. Los "bulldozers" están "trabajando", firmas multimillonarias transpacíficas han acordado la sustitución de ese lugar. Prados verdes, homogéneos, calculadamente curvados desplazarán el sistema "original" para regocijo de una pizca de elegidos que levantaran en alto sus bastos, no para defender el embate de un gigante, ¡no! sólo para golpear un grano de sal.

También, no más que hace unos días, buscando unos seres de mitología con ojos ávidos e inteligentes llamados salamandras, nos adentramos en el bosque de coníferas cercano a la población de La Dieta, camino a Zitácuaro, en el estado de Michoacán, México. La cortina que nos dio la bienvenida auguraba un día lleno de vegetación, aromas, colores y por supuesto de salamandras, criaturas adoradoras de estos parajes; sin embargo, sólo a unos cuantos pasos el derrumbe de pinos en sus diversas especies y de encinos dejó ante nuestros ojos, espacios erosionados, secos y abandonados. Esto es el pan nuestro de cada día en el México natural.

En otro lugar y en otro tiempo, hace aproximadamente entre 65 y 140 millones de años, un gran meteorito se impactó cerca de lo que ahora es la Península de Yucatán, vaporizándose y formando una gran nube de cenizas que cubrió por varios siglos la luz del sol.[7]

[7] Esta teoría fue propuesta en 1980 por Luis Alvarez y su hijo Walter como una explicación, entre otras cosas, a la extinción de los dinosaurios.

Este fenómeno astronómico trajo como consecuencia una de las grandes extinciones que, durante 570 millones de años caracterizaron la história biológica de nuestro planeta (Eldredge, 1985). Otras grandes catástrofes sucedieron durante el Ordovícico (505 ma), Devónico (408 ma) y Pérmico (286 ma) desapareciendo, de un plumazo, millones de organismos (Llorente *et al.*, 1996). Algunos autores considerán incluso, que durante el Pérmico, más del 90% de la diversidad fue eliminada, extinguida (Jablonski, 1991).

La comparación con las escenas recientes pudiera parecer ridícula; sin embargo, en los dos ejemplos la alteración, fragmentación de sistemas y la pérdida de especies, hace necesaria una reflexión. Una tricotomía, que adelante devuelve un camino solitario. Esta pérdida de biodiversidad se dá por causas "naturales" como consecuencia de la propia evolución, del cambio y sustitución, en ocasiones, de las especies integrantes de este gran concierto y también, por actividades ajenas a ella; actividades de su entorno climáticas, geológicas. En una palabra: la evolución del planeta. La dominancia de la depredación de una de las especies sobre otra, o las demás, crea también un desbalance. Desbalance que es ajustado a través del tiempo. Pero *Homo sapiens*, en su corto tiempo sobre este planeta ha llevado a límites intolerantes la explotación, uso y abuso de la biodiversidad, no habrá tiempo suficiente para el restablecimiento o "aparición" de formas nuevas.

Actualmente, se ha vislumbrado un fenómeno mundial: al parecer, las poblaciones de anfibios se encuentran en un descenso dramático (Blaustein y Wake, 1990). Un grupo de investigadores de diversas naciones se ha propuesto el estudio y evaluación de este fenómeno. En él se habla de lluvia ácida, de fragmentación de ambientes, de erosión genética; pero también se comenta de esta oscilación de ritmos evolutivos que pueden promover la diversificación o igualmente la extinción de grupos completos de organismos. Quizá, como escribe Morell (1999), nos encontramos ante la sexta gran extinción... La extinción del Cuaternario, ¡la extinción del hoy! El grave problema con algunas de las posturas necias, sea considerar que si la biodiversidad se ha recuperado, como en el caso de las grandes catástrofes mencionadas arriba, entonces también podrá recuperarse de la crisis actual. ¡Pensamientos fatuos!

Este aspecto de la biodiversidad ha causado debates con la presencia de posturas extremistas, la mayoría de las veces basadas en datos subjetivos y claramente tendenciosos. Lo que sí es una realidad, es que la tasa de extinción actual es alarmante, situándose entre 100 y 1 000 veces más rápida que la estimada para el mismo fenómeno en situaciones "naturales" (John, 1994). La predicción para el futuro indica la pérdida potencial de entre 50 000 y 100 000 especies por año. La biodiversidad, en términos de especies descritas a la fecha, es de 1 604 000 y la estimada es de aproximadamente 12 250 x 10^6 taxa específicos (Groombridge citado en Maxted, 1996).

Conservación, reto inicial

Ante esta cifra abrumadora, las acciones para detener el deterioro y para conservar cantidades representativas de la biosfera son impostergables. La pregunta que subyace es: ¿Qué es lo que vamos a conservar?

La definición de "unidades de conservación" vuelve a convertirse en un punto medular. Pero no sólo el ¿qué?, sino ¿cómo lo vamos a conservar? Si seguimos la lógica o continuidad del presente escrito, las unidades también pueden ser divididas en especies, ecosistemas o "unidades genéticas". En cuanto al "cómo", existen varias corrientes, algunas extremas como las postuladas por ciertos "ecologistas", que mantienen la idea de lugares intocables parecidos lo más posible al paraíso inicial. Otras, sugieren la instalación de cinturones con grados decrecientes o crecientes de protección. Finalmente la que parece estar en boga, que intercede por un "desarrollo sustentable", cualquier cosa que esto signifique. Aquí nos ocuparemos del problema de las unidades, porque el "cómo" requiere de un análisis diferente no objeto de este trabajo.

Ante la imposibilidad de conservar a todas y cada una de las especies existentes, debido principalmente a la carencia de recursos económicos y de interés, se han desarrollado algunas aproximaciones que combinan la naturaleza de las especies: indicadoras, endémicas, clave, "representativas", "importantes", raras, amenazadas, en peligro de extinción, distintivas taxonómica o filéticamente, con su presencia en ciertas áreas o regiones (Heywood, 1994). Intrincada red de conceptos, fórmulas, contextos y decisiones.

La mal llamada conservación ecológica, pues lo que realmente se pretende conservar son organismos y especies que, interrelacionándose "construyen" una atmósfera y eslabones que las vinculan en un complicado sistema, está aparentemente en un callejón sin salida; sin embargo, la calle de la conservación a trechos obscura, parece iluminarse gracias a la acción y aplicación de concepciones y técnicas modernas, entre ellas la biología molecular y el paradigma de la sistemática filogenética. En este sentido son muy interesantes las propuestas de Stiassny (1994), Faith (1994), Erwin (1991) y Moritz (1996), entre otros, que pugnan por el empleo de lo que se ha denominado conservación filogenética. Entre ellas destaca, desde mi punto de vista, la propuesta de Moritz (1994) sobre la definición de unidades llamadas "unidades de manejo" (management units) las "unidades evolutivamente significativas" (evolutionarily significant units). Estas unidades sirven para distinguir entre la conservación de patrones *versus* la conservación de procesos. La mayoría de las propuestas existentes o de mayor arraigo, se centran sobre la primera; en ella, las unidades están representadas por grupos poblacionales demográficamente independientes, en un espacio y tiempo determinados (aquí y ahora). La información relevante es tamaño de la población y conectividad.

Cuando uno se enfoca hacia los procesos que dieron origen a poblaciones separadas, pero que juntas representan la diversidad evolutiva de un taxon, entonces el factor histórico es relevante. La conexión filogenética que distingue y a la vez separa se convierte en una herramienta robusta. Los árboles que muestran relaciones patrísticas[8] son las plantillas para determinar hipótesis de áreas a proteger. Qué mejor cuando estas áreas son coincidentes con otros grupos de organismos que poseen las mismas o cercanas características evolutivas del grupo en cuestión, lo cual fortalece la propuesta inicial. Estos postulados son el fundamento en las unidades evolutivamente significativas.

Esta aproximación filogenética no está exenta de bemoles, puede encontrarse el conflicto entre la conservación de linajes recientes y, en contraposición, la conservación de linajes antiguos (Moritz, 1996). Es decir, ¿se deberá poner atención a grupos o regiones que están en diversificación o que lo estuvieron hace pocos miles de años o lo adecuado es dirigir los esfuerzos a áreas que conjugan representantes de ramas profundas y por ello ancestrales?, un ejemplo de esto lo constituye la península de Olympic en el estado de Washington, USA, con linajes muy antiguos entre anfibios, aves y mamíferos (Wake, comunicación personal). Quizá para clarificar sirva referirnos al estudio de los textos y lenguajes, ejemplo que ha sido empleado por Platnick y Cameron (1977) para mostrar la correlación de los métodos usados en estas disciplinas y la cladística de seres vivos.

Tanto en los textos como en las lenguas, existen representantes de lo que fue escrito o hablado en tiempos antiguos y cómo estos se han modificado a través del tiempo. Las mil y unas noches datan del siglo xv y después de esta fuente original se han dado varias versiones y traducciones, las cuales han modificado concientemente o no su contenido, llegando inclusive a ofrecer relatos cortos para niños. En el aspecto lingüístico, aunque el latín se modificó sustancialmente (evolución interna del propio idioma) ha dado origen a otras formas de expresión: el italiano, el castellano, el portugués. Ante el evento de elección de cuál de las obras o cuál de las lenguas conservar ¿por cuál se inclinaría usted amigo lector?, ¿por las recientes o por las que representan el fundamento de las actuales?

Recuperación, ¿es posible regresar al paraíso?

La recuperación de la biodiversidad ha sido llamada también *restauración*, quizá como un reflejo subconciente de culpa en el cual se quiere reparar lo dañado. Al igual que en el caso de la conservación, a la recuperación se le ha colocado el epíteto de ecológica, de nueva cuenta insisto que se recuperan las especies o los sistemas, no la "ecología".

[8] Afinidades debidas a la presencia de ancestros comunes. Relación ancestro-descendiente.

Si los pasos hacia la conservación son inseguros y lentos, en la recuperación aún no aprendemos a caminar. Existen aproximaciones, técnicas y proyectos pero no estrategias reales y concretas a seguir. Entre estas ventanas a un universo que se vacía, están la biorremediación, tanto de agua, suelo y aire, empleando organismos o sistemas que fijan elementos extraños o dañinos, depurando de alguna manera el elemento circundante. La batalla para impedir o disminuir la erosión de suelos mediante el concurso de algas verde azules que retienen y favorecen el establecimiento de otras especies de plantas. La reintroducción de vegetales y animales a áreas en las que antes habitaban, el establecimiento de "corredores" que permiten el paso de elementos (organismos o estructuras reproductoras) entre las "islas" que han quedado al fragmentarse los ambientes, son algunos ejemplos.

Todos estos esfuerzos han sido como partes que no han podido o no se han querido ensamblar para conformar un gran todo. La construcción de parques zoológicos, originalmente concebidos como lugares de estudio y aprendizaje y después, desvirtuados como lugares de atracción o exposición de fenómenos, ahora tienden a recuperar su papel social y biológico, al ser reservorios de ejemplos preciosos y sobrevivientes de un pasado esplendoroso. Lo mismo sucede con los jardines botánicos, museos vegetales que ahora son, en ocasiones, el único recurso para repoblar o reproducir formas desaparecidas.

La empresa de recuperar involucra, según algunos autores (Pywell y Putwain, 1996), el cambio profundo (reconstruir o restaurar) en sistemas ya degradados para "regresarlos" a su estado y función originales. ¡Esto obviamente es imposible! ¿Cómo reproducir miles de años de cambio, conjunción y retroalimentación?

Dentro de las alternativas a la recuperación están: el "reforzamiento" de sistemas en donde algunas especies han disminuido sus números, los ambientes se han fragmentado o bien han sido impactados por actividades humanas. Este reforzamiento implica la reintroducción de nuevos miembros en las poblaciones, la creación de puentes que permitan el movimiento y con ello el flujo genético y precisamente lo que apuntabamos anteriormente, la bioremediación de los ambientes alterados. Pywell y Putwain (1996, p. 204) también mencionan la creación *de novo* de sistemas y el trasplante de comunidades de un "sitio donador a un receptor".

Estas tareas demandan un cuidadoso estudio y pruebas sobre: el sitio a elegir, las especies a considerar, aunado a sus requerimientos y si el sitio seleccionado las posee, la historia del lugar y el objetivo de la recuperación, el cual puede ser con fines de protección, de educación, de investigación, estético, como recurso genético, etc. Precauciones sobre los impactos de estas actividades en comunidades aledañas, tanto en composición, como en densidad y uso de los recursos, por no mencionar las evaluaciones sobre el costo económico, social y político de las actividades de renovación, deben considerarse. En estas tareas, los sistemas geográficos de información por satélite

·GIS) parecen brindar una ayuda invaluable en la integración de datos y como respaldo a propuestas precisas sobre áreas susceptibles de recuperar.

Un factor trascendental es que los tiempos para que las especies colonicen, se establezcan, inicien las interrelaciones con otras especies y se dé ese complejo intercambio entre el ambiente y los seres, hace a cualquier intento irreal a no ser que se encuentren medios para acelerar los mecanismos y procesos. Por ejemplo, la plantación y distribución artificial y adecuada de reproductores, control de la competencia (depredadores y especies agresivas de rápido crecimiento, por ejemplo), mejoramiento del suelo y establecimiento de los microorganismos adecuados en él, control de enfermedades y plagas. Esto, complementado con una evaluación sistemática de los parámetros climáticos y en general ambientales, así como su posible modulación hasta lograr la "independencia" del sistema piloto.

Ojalá estemos aún a tiempo de que esta interesante rama de la biología se difunda, eche raíces, permee las conciencias y sobre todo, mantenga su espíritu. No vaya a ser que termine como la "ecología" o la "conservación", siendo la palabra de moda, el "slogan" de políticos y el recurso o pretexto para enriquecerse. Prostituida por la prensa y por el diálogo sin sentido.

La genética, ¿panacea o ilusión?

Aunque la puerta directa al genotipo fue parcialmente abierta con Mendel y varios detrás de él empujaron con fervor, es sólo hasta ahora que hemos dado un paso más allá del portal. Al otro lado, y habiendo asomado la cara, se avisora un recinto en donde viven, atesorados, los volúmenes escritos en su totalidad con tan sólo cuatro letras: A, T, G y C.* Cuatro son los lados de una pirámide, cuatro los puntos cardinales, cuatro los elementos primordiales y cuatro GATACAs asolarán al mundo en su fin. Remolinos de viento mueven, cambian y regresan sus hojas. El tiempo las resquebraja, las arranca pero también coloca algunas nuevas. Este portal separa realidades de expresiones, reflejo de una intrincada miriada de información (polimorfismo genético), intercomunicación (epigénesis) y correlaciones (epistasis). Espejos del mundo genético, como bien apuntaría uno de nuestros colegas (Dreckmann, com. pers.), que son interpretados por Schahrasadas de mil y un rostros.

Gracias a las técnicas nuevas de biología molecular, podemos empezar a leer páginas de estos tomos arcanos ¡Mas leer no significa entender! Descifrar jeroglíficos, definir

* Estas siglas corresponden a las bases púricas (Adenina, Guanina) y pirimídicas (Citosina, Timina) que en combinación con un grupo fosfato y un azúcar integran los nucleotidos, parte medular de la hélice de ADN.

donde empiezan y donde terminan las palabras, los mensajes, se ha convertido en el reto del siglo XXI. En esta empresa se tratan varios caminos: el análisis de frases (proteínas —isoenzimas, aloenzimas), palabras (fragmentos polimórficos —RLFP) y el rompecabezas de las letras sueltas (mononucleótidos —la secuenciación directa de ADN).

El advenimiento de una técnica clave, conocida entre el medio como la técnica de PCR —siglas con las que se reconoce un proceso de laboratorio (polymerase chain reaction)— permite, a partir de una muestra pequeñísima de tejido, obtener millones de copias de un fragmento predeterminado de ADN y reconocer las letras que lo componen. Una de las grandes ventajas y aportaciones de este método es que dichos fragmentos se pueden extraer de todos los seres vivos conocidos, segmentos en donde la variación combinante de cuatro bases permite la comparación a todos los niveles y rangos taxonómicos.[10] Posibilidad antes no tangible.

Con estas tecnologías poderosas ahora podemos estimar la divergencia genética y elaborar hipótesis filogenéticas[11] más robustas. Por ejemplo, cuando en el inciso de conservación hablábamos de diversidad genética ahora ésta se puede evaluar mediante la "heterocigocidad". La disminución de ella (mayor fecuencia de homocigosis), está asociada a la reproducción frecuente entre parientes muy cercanos ("inbreeding") lo cual conlleva una reducción de adecuación[12] ("fitness depression"), un decremento en crecimiento, sobrevivencia y fertilidad (Charlesworth y Charlesworth, 1987). Aparentemente este proceso se da con mayor proporción en poblaciones que han sufrido una reducción drástica en el número de integrantes, motivando que la reproducción sea muy local. Ahora mediante biología molecular, la evaluación de heterocigotos es directa y no de manera indirecta, mediante reducción de adecuación, como antes se hacia (Avise, 1994).

El papel de la sistemática molecular es cada vez más significativo en el campo de la conservación y recuperación de la biodiversidad, y gracias a sus herramientas es posible definir linajes, tiempos de divergencia y la frecuencia alélica en cada uno de ellos. Reforzando la postura de Moritz (1996), la frecuencia alélica permite conocer divergencia intraespecífica en las unidades de manejo, debida muchas de las veces a fragmentación de los espacios, una vez continuos, ocupados por la especie "madre" u original. Con ellas podemos conocer su "movimiento" evolutivo y el grado de aislamineto de las poblaciones. Simplemente por este hecho varios grupos biológicos serían merecedores de la conservación; sin embargo, en términos prácticos es muy difícil implementar la protección de estas unidades. Pero también existe la otra posibilidad, de que rangos

[10] Esta virtud es apliamente reconocida por Avise (1994). El análisis de secuencias de ADN permite comparar atributos genéticos entre organismos tan alejados morfológicamente como las bacterias y los humanos.

[11] Relaciones evolutivas al interior de grupos o entre grupos de organismos.

[12] Aquí he traducido "depression" como reducción aunque podría emplearse también depresión.

taxonómicos como especies o subespecies que han sido reconocidas morfológicamente, ecológicamente o biogeográficamente no posean divergencias genéticas considerables y representen un solo grupo común. Entonces estaríamos duplicando la "conservación" de la misma entidad.

Por otra parte, las unidades evolutivas significativas podrán representar una herramienta para la decisión de protección de ciertas regiones geográficas. Para la definicion de estas unidades, Moritz (1996) sugiere la utilización de arboles filogenéticos mitocondriales, por la cualidad de que la mitocondria se hereda sólo uniparentalmente y su tasa evolutiva es mucho menor que la del cloroplasto o del ADN nuclear, además de que este último posee muchos polimorfismos que pueden hacer incoherentes los árboles filogenéticos generados por los ótros organelos. La idea es detectar grupos monofiléticos en árboles moleculares y hacer de estos los blancos de la conservación. Así, la evaluación de la diversidad genética inter e intraespecífica y la búsqueda de regiones geográficas concordantes (varias especies o unidades recurrentes en ciertas áreas) mediante la aplicación de estudios filogenéticos, debe ser el objetivo de nuestros esfuerzos en el próximo milenio, y los medios a utilizar deben ser los que nos brinda la biología molecular la cual, seguramente, nos depara todavía mayores sorpresas.

Epílogo

Para terminar, me gustaría puntualizar sobre algunas medidas que han sido consideradas para paliar el efecto exterminador de nuestra especie. Algunas de ellas duramente criticadas por sectores de "nuestra" sociedad y otras aún en su etapa primigenia como para poder evaluar el impacto que pudieran tener en un futuro cercano.

Estas medidas pueden quedar enmarcadas en dos grandes grupos, aquéllas al interior de nosotros como parte de la biodiversidad y las que están orientadas al resto de las especies. Dentro de las primeras es inegable la necesidad de controlar nuestra expansión, con la consecuente reducción en el número de habitantes. Desde un puente objetivo, humano y razonable, deben de ser reevaluadas las propuestas de control natal, de eutanasia y de eugenesia, en un esfuerzo por independizarnos de la arraigada y milenaria idea de especie única. Sin generalizaciones absurdas, pero con los pies bien plantados ante un panorama apremiante que indica deficiencias en la calidad de agua, alimentos, casa, vestido y sustento. La tendencia generalizada a la violencia motivada por el alto grado de hacinamiento, la falta de oportunidades y la injusticia social.

Programas prioritarios en educación para que las generaciones presentes y venideras conformen una conciencia global sobre los problemas de biodiversidad, que son nuestros problemas, motivando un respeto a la naturaleza y a la consideración de que el resto de las especies son parte de la Tierra y que nosotros no somos ni más ni menos que ellas.

Fomentar una cultura de diversificación en el consumo y utilización de los recursos naturales.

Los gobiernos, los medios de comunicación y las iglesias deben de pujar por una reinstauración de valores y por un reordenamiento económico. Se debe a toda costa reevaluar el significado del dinero.

En cuanto a nuestros esfuerzos hacia la biodiversidad, se deben promover estudios sobre preservación de semillas, incentivar la creación de bancos de semillas y tejidos, incluso la investigación criogénica, no para congelar ricachones o dictadores, sino especies amenazadas o en peligro de extinción. La clonación, tan vituperada y satanizada puede tener su lugar en la lucha de la conservación y de la recuperación.

La evaluación, conservación y recuperación de la biodiversidad es tarea de todos y no sólo de una pizca de científicos, economistas y políticos con fines no muy claros. El futuro de la biodiversidad es muy incierto, incluyéndonos los animales clasificados como *Homo sapiens*.

Agradecimientos

La incursión de este texto en los confines del feudo de la Filosofía y en el reino de las Humanidades, representó en mi algo similar a lo experimentado por el guerrero Caramon a su entrada al bosque Wayreth de la tierra de la DragonLance. Esto se lo debo en gran parte a mi colega Jorge Ocampo y a Teresa Kwiatkowska, quienes creyeron en un no sé qué ¡Gracias, ha sido una gran experiencia!, me he ganado de antemano la excomunión en algunos sectores académicos. Agradezco la lectura crítica de este trabajo a Abel Sentíes, Kurt Diedemaun, Alejandrina Ávila y Jorge Ocampo. Así como a los revisores anónimos.

Bibliografía

Anónimo (1994a), *Systematics Agenda 2000. Charting the biosphere*, Chicago, Committees of Systematics Agenda 2000. 20 p.

Anónimo (1994b), *Systematics Agenda 2000. Charting the biosphere. Technical Report*, Chicago, Committees of Systematics Agenda 2000, p. 34.

Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez-Domínguez, J. González-Cano, R. J. Rosenberg, E. M. López y V. A. Sierra (coords.) (1998), *Regiones prioritarias marinas de México*, México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), p. 198.

Avise, J. C. (1994), *Molecular Markers, Natural History and Evolution*, Nueva York, Champan & Hall, p. 511.

Blaustein, A. R. y D. B. Wake (1990), "Declining Amphibian Populations: a Global Phenomenon?", *Trends in Ecology and Evolution*, 5: 203-204.

Charlesworth, D. y B. Charlesworth (1987), "Inbreeding Depression and its Evolutionary Consequences. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 18: 237-268.

Eldredge, N. (1985), *Time Frames. The Evolution of Punctuated Equilibria*, Princeton, Princeton University Press, p. 240.

Erwin, T. L. (1991), "An Evolutionary Basics for Conservation Strategies", *Science*, 253: 750-752.

Faith, D. P. (1994), "Phylogenetic Diversity: a General Framework for the Prediction of Feature Diversity", en P. L. Forey, C. J. Humphries y R. I. Vane-Wright (eds.) *Systematics and Conservation Evaluation*, Oxford, The Systematics Association. Clarendon Press, Special volume, 50: 251-268.

Heywood, V. H. (1994), "The Measurement of Biodiversity and the Politics of Implementation", P. L. Forey, C. J. Humphries y R. I. Vane-Wright (eds.), *Systematics and Conservation Evaluation*, Oxford, The Systematics Association, Clarendon Press, Special volume, 50: 15-22.

Jablonski, D. (1991), "Extinctions: A Paleontological Perspective", *Science*, 253: 754-757.

John, D. M. (1994), "Biodiversity and Conservation: An Algal Perspective", *The Phycologist*, 38: 3-15.

Llorente [Bousquets], J., N. Papavero y M. G. Simoes (1996), *La distribución de los seres vivos y la historia de la Tierra*, México, SEP, FCE y Conacyt, p. 121.

Maddison, W. P. y D. R. Maddison (1992), *MacClade. Analysis of Phylogeny and Character Evolution, ver. 3*, Sunderland, Sinauer Associates, p. 398.

Maxted, N. (1996), "Taxonomy and Systematics", I. F. Spellerberg (ed.), *Conservation Biology*, Singapore, Longman, pp. 91-103.

Moritz, C. (1996), "Uses of Molecular Phylogenies for Conservation", en P. H. Harvey, A. J. L. Brown, J. M. Smith y S.Nee (eds.) *New Uses for New Phylogenies*, Oxford, Oxford University Press, pp. 203-214.

Platnick, N. I. y H. D. Cameron (1977), "Cladistic Methods in Textual, Linguistic, and Phylogenetic Analysis, *Systematic Zoology*, 26: 380-385.

Pywell, R. y P. Putwain (1996), "Restoration and Conservation Gain", I. F. Spellerberg (ed.), *Conservation Biology*, Singapore, Longman, pp. 203-221.

Sanchiz, F. B. y A. G. Valdecasas (1980), Criterios metodológicos y glosario español de términos utilizados en sistemática cladística", *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Biología)*, 78: 223-244.

Silva, P. C. (1992), Geographic Patterns of Diversity in Benthic Marine Algae, *Pacific Science*, 46: 429-437.

Spellerberg, I. F. (1996), "Themes, Terms and Concepts", en I. F. Spellerberg (ed.) *Conservation Biology*, Singapore, Longman, pp. 2-12.

Stiassny, M. L. J. y M. C. C. d. Pinna (1994), "Basal Taxa and the Role of Cladistic Patterns in the Evaluation of Conservation Priorities: a View from Freshwater", en P. L. Forey, C. J. Humphries y R. I. Vane-Wright (eds.), *Systematics and Conservation Evaluation*, Oxford, The Systematics Association & Clarendon Press, The Systematics Association, 50: 235-249.

Wilson. E.O. y M. P. Peters (eds.) (1988), *Biodiversity*, Washington, National Academy Press, p. 518.

Crear o recrear: algunas reflexiones en torno a la restauración ecológica

Teresa Kwiatkowska y Ricardo López Wilchis

Sólo el hombre, artesano de la caída,
puede ser el obrero de la reconciliación,
el salvador de la naturaleza (...)
F. SCHILLER

A fines de mayo de 1999, después de 21 años de restauración, *La última cena* de Leonardo da Vinci volvió a brillar en la iglesia de Santa María della Grazie en Milán. Queriendo sacar a la luz la coloración original de la gran obra, la restauradora, Pinin Bambrilla Barcilon, tardó veinte años en corregir las fallas de la primera restauración (1953). La pintura mural cuarteada por cinco siglos de los humos de las ceras y capas de barnices protectores, aún después de restaurada sigue siendo muy vulnerable a cualquier agresión del mundo externo. La pueden contemplar sólo grupos de veinticinco personas por un tiempo máximo de quince minutos. *La última cena,* una de las obras más grabadas en la memoria colectiva está considerada un milagro de la restauración, sobre todo porque Leonardo usó una técnica en seco que no permitió que la pintura perdurara. La humanidad ha recuperado lo que se había pensado perdido.

La presentación de la obra restaurada, aparte de ser un gran espectáculo, provocó también reflexiones sobre los criterios y la filosofía de la restauración artística y arquitectónica. Pretender devolver a una obra de arte su aspecto original, sin que por ello no se

Departamento de Filosofía, UAM-I, México y Colorado State University, EU., Departamento de Biología, UAM-I.

traicione el color o la textura es una tarea que implica principios y técnicas diferentes. Despierta también graves dudas.

La restauración ecológica, una disciplina muy reciente en las ciencias biológicas, plantea otro tipo de problemas teóricos, técnicos y prácticos que en muchos casos resultan igualmente difíciles de resolver. Aunque definimos la conservación y restauración ecológicas en el contexto de las ciencias, resulta evidente, como en pocas ciencias, el impacto que la sociedad humana tiene sobre la implementación de sus conclusiones teóricas en el contexto jurídico y moral. Como en muchos otros ámbitos, la situación actual y la conservación del patrimonio natural no deja de ponernos en frente las contradicciones entre las demandas sociales y económicas de la creciente población humana y la acelerada extinción de especies de plantas y animales. Hoy en día, el entorno natural corre el tremendo peligro de desaparecer por el propio afán creativo humano que está aportando los ingredientes necesarios para la destrucción de la biodiversidad.

Restauración artística

"Vosotros sois más que depositarios de un bien del cual la gran familia tiene derecho a pediros cuenta. Los bárbaros y los esclavos detestan las ciencias y destruyen los monumentos del arte, los hombres libres los aman y los conservan".[1]

Comúnmente se entiende por restauración cualquier intervención dirigida a devolver la eficiencia a un producto de la actividad humana (Brandi, 1977). Esta concepción genérica de la restauración excluye la intervención en los campos fuera de la actividad humana, sea físico, sea biológico. La conceptualización del término implica la definición del campo en el que debe producirse la intervención. Podemos hablar de una restauración de las obras de arte, del patrimonio arquitectónico, incluso de la restauración de los procesos o herramientas industriales. La última es el sinónimo de la reparación o restitución con el propósito de restablecer la funcionalidad del producto.

La restauración artística que aquí nos interesa indudablemente posee una finalidad funcional, sin embargo, en el proceso de restauración de las obras de arte la funcionalidad nunca representa más que un aspecto secundario. La concepción de restauración, acuñada en la transición del siglo XVIII al XIX dio a las consideraciones estéticas e históricas la prioridad entre los criterios de intervención, despojando a las obras de arte y a la arquitectura de su finalidad práctica. La última se convirtió en monumentos, y el arte en objetos del museo.

[1] Un decreto promulgado por la Convención Nacional en el II Año de la República Francesa (1794)

La más sencilla definición de la obra de arte incluye su reconocimiento singular en la conciencia común de la individualidad y particularidad del fruto de un proceso creativo.

> Sea cual sea su antigüedad y clasicismo, una obra de arte es un acto y no sólo potencialmente una obra de arte cuando pervive en alguna en alguna experiencia individualizada. En cuanto pedazo de pergamino, de mármol, de tela, permanece (aunque sujeta a las devastaciones del tiempo) idéntica a sí misma a través de los años. Pero como obra de arte se recrea cada vez que es experimentada estéticamente (Dewey, 1951).

Lo que significa, que la obra de arte para poder exhibir todas sus potencialidades debe existir como una obra creativa y necesita además de recreación o reconocimiento (Brandi, 1977). La práctica de la restauración está íntimamente ligada con este principio y con un juicio sobre la condición artística que la legitima. La restauración y conservación son prácticas que cobran una excepcional importancia en las artes visuales. Conservamos la poesía y la novela leyéndolas; el drama viéndolo o actuando; un concierto interpretándolo o escuchándolo. Pero la textura física de una pintura, de una escultura o de un monumento corre peligro de desaparecer por el paso de tiempo o por el efecto de los factores ambientales.

La restauración de un fresco, de una pintura, o de una escultura cuando se plantea en términos teóricos y técnicos, siempre implica una reflexión histórico-estética sobre la calidad artística creada en un tiempo y espacio particulares. La utilidad que define la finalidad de los demás productos humanos, aquí no entra en consideración, por más que se perciba en la restauración de las obras arquitectónicas.[2]

Así que para las obras de arte Brandi *(op. cit.)* define la restauración de la siguiente manera: "La restauración constituye el momento metodológico del reconocimiento de la obra de arte, en su consistencia física y en su doble polaridad estética e histórica, en orden a su transición al futuro".

En el acto de reconocimiento de la creación artística una obra se convierte en la conciencia universal en símbolos del arte y de lo bello, como lo son *La última cena*, la *Gioconda*, el *David* etc., símbolos reveladores de pueblos, sociedades y culturas. Constituyen una huella única e incomparable para el estudio y conocimiento de la historia. Reflejan una función dentro del contexto cultural pasado en el cual fueron creadas. Guardados en los museos su función cambia drásticamente, revelan conocimiento del pasado y la experiencia estética de las obras de arte.

---

[2] Recientemente, los expertos opinan que las restauraciones arquitectónicas no tienen que estar predestinadas a ser sólo simples rehabilitaciones, pueden y deben ser algo más. Los monumentos arquitectónicos representan más que una belleza plástica. La utilidad es un rasgo consustancial al hecho arquitectónico. La filosofía de la restauración arquitectónica consiste en resguardar lo más posible la belleza original, combinándola con las exigencias cambiantes de los usos y costumbres sociales (R&R, Restauración y Rehabilitación, núm.7, Septiembre 1997).

¿Conservar o restaurar?

"Prefiero la muerte natural en su profunda grandeza a la de un vil asesinato", pronunció uno de los miembros de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, refiriéndose al patrimonio cultural de España (R&R, 1998). Igualmente, expertos de varios países discuten sobre la conveniencia de restaurar la *Gioconda* para devolverle sus colores originales, o dejarla como está. En cada época, el ser humano ha reproducido aquello que ha considerado bello, ha limpiado lo que el tiempo, la suciedad y las restauraciones posteriores han alterado; ha restaurado lo que el vandalismo ha destruido.

Estas polémicas no son nuevas en la historia de la restauración que comienza en el Renacimiento (Riegl, 1987), fundamentada en el deseo de preservar principalmente las obras maestras del arte clásico. Pronto se extendió a lo creado en los tiempos más cercanos incluyendo los trabajos de Giotto, Rafael y Miguel Angel. La primera teoría de la restauración *neoclásica* surgió en los comienzos del siglo XIX durante la restauración del Arco de Tito y del Coliseo romano por Stern y Valadier (Martínez, 1996). Su intervención no alteró la estética de los monumentos, nada más detuvo la destrucción natural y el expolio causado por los humanos.

En los años posteriores del mismo siglo surge la teoría de la restauración *romántica*, cuya corriente *estilística* de Viollet le Duc (1814-1879) se contraponé a las tendencias puramente conservacionistas de John Ruskin (1818-1900): "Restaurar un edificio no es conservarlo o repararlo, es reestablecerlo a un estado completo que puede que no haya existido jamás".

Le Duc establece el principio de la *correlación de las formas* asumiendo la necesidad de reconocer la anatomía del objeto por restaurar, su edad, el carácter de cada una de sus partes, los estilos de la época y los estilos de cada una de las escuelas. Para él y sus seguidores los monumentos eran los testigos vitales del pasado, cuya integridad, recuperada mediante restauración, era esencial para comprender la historia de la época. Mientras tanto, John Ruskin promovía la intocabilidad en lo que a la arquitectura atañe: "Es imposible, tan imposible como resucitar un muerto, restaurar nada que haya sido grande o hermosos en arquitectura".

El tiempo que pasa, más que destruir ennoblece los monumentos, les da vida. Como alternativa a la restauración, Ruskin propuso una conservación radical de los monumentos con el fin sumamente poético de no destruir las emociones del pasado vivas en las ruinas, incluso más hermosas que los originales.

En el 1886, Camilo Boito (1836-1914) fundador del concepto de la restauración *científica* en un ensayo *I Nostri Vecchi Monumenti. Conservare o Restaurare?* aborda el mismo dilema ¿conservar o restaurar? Sintetizando los argumentos polémicos de Le-Duc y Ruskin, Boito subraya la importancia fundamental de la *conservación*, pero al mismo tiempo, concibe la necesidad de la intervención humana y pone un fuerte énfasis en las normas para la restauración (Martínez, 1996).

> En la obra de restauración deben unirse varios criterios de diferente orden: las razones históricas, que no quieren cancelar ninguna de las fases a través de las cuales se ha formado el monumento, ni falsear su conocimiento con adiciones que introduzcan a error, ni dispersar el material que las investigaciones analíticas pongan de manifiesto; el concepto arquitectónico que tiende a devolver al monumento a una función de arte y a una unidad de línea; el criterio que deriva del sentimiento de los ciudadanos, del espíritu de la ciudad, con sus recursos y nostalgias; y las necesidades administrativas referentes a los medios necesarios y a la utilización práctica.

Estas ideas del restaurador como *historiador archivero* resultaron insuficientes cuándo las actividades militares de la Segunda Guerra Mundial dejaron miles de obras de arte destruidas y monumentos arquitectónicos en ruinas.

La concepción de Luca Beltrami que data el siglo XIX sostiene la intervención amplia e innovadora en la restauración. El restaurador se convierte en un *artista creador*. "Restaurador se ve obligado a reintegrar las partes que faltan con elementos nuevos para restituir a la obra su unidad y su continuidad formal. Pero, todo ello sin inventar nada, sino actuando sobre las pistas que el propio monumento da o basándose en los datos que pueden ofrecer los testimonios".

A pesar de que las normas no serán nunca igualmente válidas para todas las obras, cada una de ellas, de manera singular, tendrá su propia exigencia, los criterios en la restauración pueden considerarse bien establecidos, por ejemplo en la Carta de Roma, de Venecia, o de Veracruz (Martínez, 1996); las dificultades surgen respecto a las técnicas que permiten alcanzar el propósito. La intervención restauradora puede, desde luego, transformar completamente el efecto estético de la obra de arte. La restauración está también envuelta en problemas filosóficos más amplios como la identidad de la sustancia a lo largo del proceso de cambio (¿el cambio de propiedades, color por ejemplo, altera la sustancia de la entidad?), o la esencia del cambio. La obra de arte escapa a la definición estricta dentro de las cuatro sustancias definidas por los metafísicos: artefactos, organismos, personas, entidades artificiales (Anderson,1995). La restauración sin querer repetir la historia "debe dirigirse al restablecimiento de la unidad potencial de la obra de arte, siempre que esto sea posible sin cometer falsificación artística o falsificación histórica, y sin borrar huella alguna del transcurso de la obra de arte a través del tiempo" (Brandi, 1977).

Restauración ecológica. Un intento de definición

En el comienzo del tercer milenio, el problema principal que presenta hoy la sociedad moderna son sus excesivas demandas que ésta hace al medio ambiente. Uno de sus efectos es la disminución de la biodiversidad biológica. En muchos casos, sea por la

drástico o por lo prolongado del proceso, no sólo se han perdido varias especies vegetales y animales, el daño a sido tal que se ha destruido por completo la composición original de las comunidades. La desertificación, las rancherías abandonadas, los pantanos degradados, las tierras erosionadas por sobrepastoreo, los lagos eutróficos, los ríos contaminados, etc., son unos tristes resultados del desarrollo económico y demográfico.

Ante el drama del deterioro de los ecosistemas, la restauración ecológica ha cobrado gran importancia como una técnica valiosa para compensar el daño ecológico tratando de reconstruir los ecosistemas que han sufrido una perturbación importante. Pero a pesar de su reconocida importancia, la restauración ecológica sigue siendo polémica, incluso más polémica que la restauración artística.

La primera definición oficial[3] que en el año 1990 formula la Sociedad para la Restauración Ecológica (Society for Ecological Restoration) de inmediato desata discordias similares a los debates centenarios acerca del concepto de la restauración artística. Unos cuestionaron los criterios históricos que aparentemente discriminaban unas épocas a favor de otras. Otros, la asumían poco práctica en regiones donde los ecosistemas originarios prácticamente desaparecieron. El término del ecosistema nativo *(indigenous ecosystem)* ha provocado todavía más polémicas sobre todo en el continente europeo donde la transformación del paisaje data más que dos milenios.[4] Las definiciones más recientes que propuso la misma Sociedad en 1995 y 1997 por su generalidad tampoco describen los elementos básicos de las prácticas de restauración.

Desde luego, la Sociedad para la Restauración Ecológica no monopoliza las definiciones, y varios autores (Aronson *et al.*, 1993; Begon *et al.*, 1996; Berger, 1990; Hobbs y Norton, 1996; Jordan *et al.*, 1987) han hecho sus aportaciones al respecto, e independientemente de sus diferencias acuerdan que el principal objetivo de la restauración ecológica es la conservación de la biodiversidad además de la estructura y dinámica del ecosistema. Sin embargo, la mayoría de las definiciones del concepto gira en torno a las descripciones técnicas y científicas marginando el contexto cultural. Una de las más reconocidas definiciones (U.S. National Research Council, 1992)[5] bastante detallada y equilibrada en listar las reconstrucciones funcionales y estructurales de ecosistema, igualmente desconoce el papel del ambiente cultural en la praxis de restauración ecológica.

Consecuentemente, Cairns (1995) propone la definición más sensata que comprende los principios científicos y las preocupaciones sociales en un proyecto para la

[3] Ecological restoration is the process of intentionally altering a site to establish a defined, indigenous, historic ecosystem. The goal of this process is to emulate the structure, function, diversity, and dynamics of the specified ecosystem (Society for Ecological Restoration 1990).

[4] Ecological restoration is the process of renewing and maintained ecosystem health (1995). Ecological restoration is the process of returning, as nearly as possible, a biotic community to a condition of biological integrity (1997).

restauración eco-social. Sugiere estudiar nuevamente la relación de las sociedades humanas con los ecosistemas naturales con el fin de encontrar las vías viables para recrear los ecosistemas degradados dentro de su ámbito cultural. Este camino de la búsqueda de las causas sociales, económicas, políticas y morales de la destrucción del bioentorno llevaría, según el autor, al encuentro del equilibrio entre el beneficio de la humanidad que implica la modificación del ambiente con el bienestar de los ecosistemas. Las prácticas de la restauración ecológica podrían armonizar las relaciones entre ambas partes. Asimismo, Janzen (1988) y Rogers-Martínez (1992) proponen un modelo que engloba todas las prácticas culturales, políticas, económicas, estéticas, históricas y éticas en las actividades científico-tecnológicas de la restauración.

No obstante, el rompecabezas de las definiciones esta aún lejos de encontrar la solución. En años recientes han proliferado una gran cantidad y diversidad de proyectos agroecológicos, de diseño del paisaje, de restauración socioecológica, y de las construcciones ecológicas temáticas (Biodome en Montreal, Canadá),[6] todos ellos con enfoques semejantes a la restauración ecológica, que por su propia naturaleza quedan fuera de cualquier descripción reconocida. Una definición limitada margina la restauración dentro de las prácticas del manejo ambiental, una demasiado amplia confunde las actividades restauradoras con iniciativas como el refugio natural de Disneylandia o la decoración del Rainforest Café.

Actualmente, la restauración ecológica ostenta una importancia que rebasa con creces los primeros experimentos hechos hace décadas para la recuperación de pantanos, incluso las ideas de Aldo Leopold para preservar la diversidad biológica, y la limpieza de los ríos o lagos en Norteamérica. La comprensión de la trayectoria, importancia y valores de la restauración ecológica requiere cada vez más el análisis de sus bases, postulados e implicaciones prácticas, éticas y sociales.

[5] Restoration is defined as the return of an ecosystem to a close approximation of its condition prior to disturbance. In restoration, ecological damage to the resource is repaired. Both the structure and the functions of the ecosystem are recreated. Merely recreating the form without the functions, or the functions in an artificial configuration bearing little resemblance to natural resource, does not constitute restoration. The goal is to emulate a natural, functioning, self-regulating system that is integrated with the ecological landscape in which it occurs. Often, natural resource restoration requires one of the following processes: reconstruction of antecedent physical, hydrologic and morphologic conditions; chemical cleanup or adjustment of the environment; and biological manipulation, including revegetation and the reintroduction of absent or currently nonviable native species.

[6] El Biodome de Montreal es un museo vivo que recrea la naturaleza del bosque húmedo, del mundo marino y el ambiente polar, (http://www.astc.org/trguide/can10413.htm).

Al margen de las definiciones

La restauración ecológica provoca varias preguntas, tanto teóricas como prácticas, que deben ser discutidas y analizadas en el contexto científico y en la narrativa cultural. Todos los ecosistemas de manera particular tendrán sus propias exigencias. También las tecnologías usadas para alcanzar los propósitos de la restauración despertarán objeciones puesto que la intervención restauradora es capaz de transformar por completo el funcionamiento y la organización del ecosistema. La restauración ecológica está igualmente envuelta en problemas filosóficos más amplios como la cuestión de la identidad del ecosistema a lo largo del proceso evolutivo, o el significado de lo natural.

Si bien Janzen (1988) y Rogers-Martínez (1992) consideran que la restauración ecológica debe denotar más que una recuperación simple del funcionamiento del ecosistema, otros la descartan *de facto* ya que la juzgan un ensayo tecnológico más que en lugar de remediar el deterioro fomenta la progresiva destrucción del ambiente. Algunos, más discursivamente, ponen en relieve el concepto de *lo natural*.[7] La naturaleza recreada ya no será la depositaria del valor intrínseco, sino un manipulado constructo cultural más.

No se trata de extrapolar el debate Ruskin-Le Duc al campo de la restauración ecológica. Las obras de arte y los monumentos arquitectónicos son construcciones humanas y al pretender restaurarlos sólo tratamos de mantener o conservar el fruto del trabajo humano de una época. Restauración ecológica trata de conservar más que un individuo, o una especie. Un ecosistema aparte de sus elementos constitutivos comprende diferentes procesos que garantizan y mantienen su funcionamiento. Sus escalas espacio-temporales son del todo diferentes y no únicamente en cantidad; una buena restauración debe considerar la historia evolutiva del ecosistema. Al hablar de restauración artística nos cuestionamos sobre el derecho de manipular las obras de arte en nuestro afán por preservarlas, en restauración ecológica nos cuestionamos sobre el derecho a transformar a la naturaleza. Las dudas y las preguntas parecen similares, solamente estamos pasando del horizonte de la sociedad humana a la altura de los ecosistemas naturales. Cuando hablamos de restauración ecológica lo que está en juego es la vida del planeta.

[7] Eric Katz, 1992, "The Big Lie: Human Restoration of Nature", en *Research in Philosphy and Technology* 12, pp. 231-42, Robert Elliot, 1982, "Faking Nature", *Inquiry* 25, pp. 81-93, R. Elliot, 1998, *Faking Nature: The Ethics of Environmental Restoration*, Routledge, London, New York. Varios autores hacen caso omiso del hecho que las [illegible] idealizadas por nuestros antepasados como *prístinas* y *naturales* muestran el impacto antropocéntrico a lo largo del proceso evolutivo (Véase, los trabajos de Martín, Paul Schultz).

El objeto del arte. El ecosistema

El término *conservar* significa mantener una cosa, cuidar de su permanencia. Aplicándolo en las ciencias biológicas podemos asumir que conservar una especie es mantenerla o cuidar su existencia. Lo fundamental que queremos advertir en la definición del término es la acción humana directamente encaminada a la conservación de los ecosistemas y las especies que guardan. Hasta hace relativamente pocos años la conservación biológica tradicionalmente se había enfocado al nivel micro dentro de la organización biológica, a saber, en la preservación de especies (Soule y Wilcox, 1980). Hoy en día, este enfoque ha cambiado drásticamente orientando la conservación hacia los ecosistemas y las series de interrelaciones que se dan dentro de ellos. Este cambio trascendental refleja transformación de las ideas imperantes en torno a la concepción del ecosistema.

En el pasado la teoría ecológica tendió a representar los ecosistemas como algo parecido a los sistemas newtonianos altamente estructurados, ordenados y regulados con soluciones de equilibrio únicas y en los cuales las fuerzas contrarias rápidamente niegan la perturbación de la balanza.[8] El concepto de equilibrio de la naturaleza, que valore la biodiversidad óptima como una clave para alcanzar la homeostasis, era un concepto central. En consecuencia, promovió practicas conservacionistas que impulsaron el aislamiento del ecosistema y la conservación independiente de sus partes en forma de parques o reservas nacionales (Pickett, *et al.*, 1992). En materia de restauración ecológica resultó en proyectos sustentados en valores intrínsecos o estéticos (Naess, 1986), y en la creación de "museos vivos". Estas ideas todavía continúan arraigadas en la mente de muchos conservacionistas detractores de las técnicas modernas.

Una nueva comprensión ecológica del ecosistema mira a los sistemas naturales como sistemas abiertos que pueden tener muchos estados o "formas de ser", y muchas maneras para llegar a ellos. Además, los ecosistemas están sujetos a disyunciones físicas a causa de una amplia variedad de fuerzas o eventos naturales. En fin, el nuevo paradigma en ecología enfatiza los procesos que se dan al interior del ecosistema, en vez de centrarse en su punto culminante. Estas ideas han repercutido en las prácticas conservacionistas en forma significativa y desde muchos puntos de vista, y han propiciado el desarrollo de nuevas disciplinas (entre ellas la restauración ecológica); han dejado en claro que los humanos forman parte del sistema, y además desempeñan un función substancial en las prácticas ecológicas de conservación.

[8] Marcelino Cerejido, 1996, *Del caos de los demonios al caos de los biólogos*, Universidad de México, UNAM, 540: 3-8

Hay dos grupos de argumentos que resumen los criterios para conservación, o en su caso restauración ecológicas. Aquellos basados en el valor antropocéntrico (económico, funcional, estético) de las especies de flora y fauna, y los que adscriben a individuos, especies, incluso a sus hábitats un valor intrínseco independiente de cualquier valor actual o potencial para los humanos. Los preceptos que atribuyen derechos a todos los seres vivos adolecen una plausibilidad y la concreción política, por consiguiente, varios prácticos en el campo de la restauración ecológica adhieren a una definición principalmente técnica y consideran a la disciplina una parte pragmática de la ecología.

En ecología moderna los procesos y sus contextos constituyen la clave para la comprensión de los sistemas naturales. Conservar de una manera efectiva a los ecosistemas significa básicamente preservar estos procesos. Un manejo integrado de los recursos naturales que asegura los estados iniciales, intermedios y avanzados de un hábitat (Foster, 1980), requiere en la mayoría de los casos de la intervención humana.

Los humanos, una parte muy importante

Comúnmente, la destrucción de las áreas naturales sigue dos caminos. Primero, cuando una rápida alteración del área provoca la transformación casi inmediata de ecosistemas compuestos por miles de especies de plantas y animales a ecosistemas antropogénicos simplificados, como los pastizales compuestos por una o dos especies de plantas. En este caso la extinción es masiva, extensiva y rápida. Otro, cuando la conversión de la vegetación es más lenta, resultado de varios factores, en su mayoría topográficos (poca accesibilidad del área) y también de una práctica de cultivo menos destructiva, lo que permite crear una fase transitoria de fragmentación y aislamiento de duración variable, pero que a la larga también puede conducir a la eliminación total del ecosistema original.

Por consiguiente, la conservación y la restauración de los hábitats naturales puede resumirse en dos escenarios fundamentales. En el caso de un ecosistema alterado parcialmente hay que diseñar un sistema que incluya todos los factores que permitan conservar la biodiversidad del lugar y que garantice la reparación del daño causado mediante el restablecimiento y mantenimiento de las funciones. Proceso que forma parte de la restauración pero que recibe el nombre de "Rehabilitación" (Aronson *et al.*, 1993) y en el cual la intervención humana puede considerarse como mínima. Otro es el caso de un ecosistema casi totalmente degradado que requiere una ingerencia humana más amplia para encontrar la trayectoria del ecosistema hasta semejar o alcanzar uno o varios de los estados previos a la perturbación. La mayoría de los enfoques teóricos, por ejemplo, la teoría de biogeografía de islas, han tomado como punto de partida el primer escenario, sin embargo, en varios lugares de México, Latinoamérica y África es el segundo escenario el que hay que enfrentar.

A semejanza de las ideas de Boito sobre la restauración estética, en restauración ecológica también se ha puesto hincapié en el aspecto histórico, pero a diferencia del ámbito de las obras de arte, se requiere más que la clasificación "histórico-archivera" del conocimiento científico. Lejos de ser rigurosa e imperativa, la restauración ecológica debe ser creativa. En muchos casos se dispone sólo de las evidencias presentes y es casi imposible que la tierra hable por medio de los datos históricos. Un restaurador ambiental igualmente como uno artístico debe convertirse en un *artista creador*. Los restauradores no sólo crean, construyen o representan la composición faunística y florística del sitio, también la revelan y descubren. De manera muy general, podemos decir que al rehabilitar un ecosistema lo estamos recreando, en un proyecto amplio de restauración ecológica *sensu estricto* interviene más la creatividad.

Hasta muy recientemente, la ecología de la restauración se ha parecido a un trabajo de jardinero-artesano (Allen y Hoekstra, 1992). Se ha concentrado en la reconstrucción de los pequeños parches de los ecosistemas degradados aislados de su entorno cultural, o en la limpieza de los lagos contaminados y eutroficados. Las nuevas tendencias intentan enlazar el nivel cognoscitivo con el práctico (Helford, 1999) y vincular la ecología teórica con sus aplicaciones (Pickett *et al.*, 1992; Díaz y Camargo, 1995). Acorde con los trabajos recientes, las prácticas de restauración y el conocimiento científico nuevo que estas propician, originan simultáneamente en los experimentos sistemáticos controlados y en las actividades que involucran "artesanía" y la "intuición".

Está claro, que la restauración de un ecosistema degradado y su conservación posterior trasciende los espacios actualmente protegidos. No debe darse por sentado que la búsqueda de una protección de la naturaleza por la vía de uso mínimo o de su aislamiento es el camino acertado para la conservación de un territorio con usos históricos tradicionales. La experiencia ha demostrado plenamente lo contrario, de hecho, hay bastantes casos de la conservación que posteriormente a la legislación proteccionista han carecido de una forma efectiva de impedir o controlar el uso de los recursos naturales en los espacios protegidos (Reservas de Biosfera en México). Igualmente, hay que involucrar a las comunidades o ciudadanos para rehabilitar a un sitio degradado. Los trabajos en la restauración del parque nacional Guanacaste en Costa Rica aportan un modelo a seguir (Janzen, 1988).

Lo que sugiere la experiencia de Costa Rica es la restauración simultánea ecológica y social. La restauración agrícola (los pastizales degradados, las tierras erosionadas, etc.,) dentro del llamado "ecodesarrollo" permite aumentar la productividad de las tierras con el fin de recrear las condiciones para un desarrollo agropecuario sustentable de la comunidad. La satisfacción de las necesidades económicas de los humanos facilita la reconstrucción de los ecosistemas naturales como corredores riparios, asegurando su permanecía posterior.

La libertad de contribuir, dentro de los límites ecológicos, a la definición del mundo que nos rodea, de contextualizarlo dentro de nuestro ámbito cultural y social, definirá las relaciones futuras con el ambiente creado o recreado. Jordan (1988) alude a *la ética de la restauración* que nos reta a descubrir de nuevo nuestro lugar en la naturaleza. El autor literalmente asume que la participación en los trabajos encaminados a reconstruir a un sitio degradado despierta la percepción de *pertenecer* al mundo natural. La creación, que en sus acciones vivas nos desprende del pasado y se abre en el porvenir, ofrece una verdadera cura a las actitudes destructivas. En el acto de la restauración el compromiso de ser creativo es tal que la naturaleza deja de ser un objeto de la explotación. Así los restauradores no consideran ya al ecosistema creado como un simple sustituto de una realidad natural, ellos crean una variedad nueva con la que enriquecen a la misma naturaleza. Por esta creatividad la conciencia imaginativa resulta ser un origen de una vida ambientalmente responsable. La participación activa de las comunidades en las prácticas de restauración no sólo refuerza la apreciación de lo creado, sino que también, puede despertar la sensibilidad al bien propio del ecosistema y en consecuencia, una conducta que rebase las actitudes puramente económicas.

Cultura y naturaleza

No existe ninguna imagen de la naturaleza que no encierre una interacción activa entre el ser humano y su medio ambiente, entre las necesidades sociales, las prácticas de supervivencia y el cultivo y la transformación del entorno. El ser humano cambia la faz de la tierra no sólo para protegerse y apropiarse de los recursos y servicios naturales, amén de la información genética. La humaniza en un sentido artístico acorde a los cánones de la belleza y la armonía imperantes en su tiempo. Frecuentemente, la conquista y el dominio creativo de la naturaleza han sido equiparados con las obras de la creación misma. El ser humano aguarda la tarea de recrear la naturaleza que se identifica con el jardín del Edén. La naturaleza no sólo inspira la reverencia, revela el poder y la sabiduría divina, sino también entraña un mensaje más trascendente de la creatividad humana. El ideal ascético, antes que otra cosa, dio un estímulo original al florecimiento de la idea filosófica del humano como un ser creador, capaz de recuperar el dominio perdido en la caída. El espacio de la naturaleza era inmanente al ámbito cultural.

Cultivar la naturaleza no equivale a su depredación o destrucción. Pese a todas las barreras del arraigo cultural anhelamos armonizar nuestra intimidad con el mundo de las plantas, animales y minerales, y encontrar en éste el sentido y la fuerza de nuestro quehacer, de nuestra vida. Habitamos nuestro espacio vital de acuerdo con todas las leyes de la naturaleza. Despojados, en el mundo cultural, del mundo físico-biológico, nuestros lazos con la naturaleza se encuentran tan relajados que no sentimos esta unión

Algunos autores sugieren (Munder, 1992) que en el proceso de racionalización hemos convertido al mundo físico y biológico que nos rodea en las representaciones, símbolos o metáforas llevando a la dicotomía fundamental de los modelos conceptuales mecanicistas, donde la naturaleza y la cultura forman dos mundos aparte. Los fenómenos naturales se encuentran excluidos de las construcciones culturales. La naturaleza es un sujeto del conocimiento y el objeto de la explotación. El ser humano la puede expoliar y destruir, puede también convivir armónicamente con ella acorde a la comprensión social de las pautas de funcionamiento del mundo no humano. En este planteamiento la naturaleza no tiene voz, nada más pude ser representada y defendida. Los humanos no pueden y no deben negociar socialmente su realidad.

Muy a menudo detrás de las propuestas éticas que pretenden conservar la biodiversidad del planeta[9] se encuentra esta confusa separación metafísica entre naturaleza y cultura, la cual distorsiona el concepto de conservación biológica. Varios consideran que la naturaleza, perfecta tal como es, existe solamente donde no hay evidencia de la actividad humana. Ven la naturaleza como si fuera un ente estático cuya pureza natural debe ser preservada. La perfilan intrínsecamente valiosa, más valiosa que los seres humanos, y la intervención humana en el ambiente natural como moralmente censurable. En los escritos de los filósofos ambientales y los ambientalistas naturaleza "real" aparece como un concepto distanciado de su representación social. Esta simplificación ha servido a lo sumo, para escribir la crónica de la destrucción del mundo donde el ser humano encuentra el refugio espiritual lejos del ruido civilizatorio y los límites impuestos por la sociedad humana. Esta comprensión niega que la conservación es una decisión social de cuidar el ambiente.

Recientemente, desde las humanidades empiezan a escucharse voces de que el ambiente es, en un grado significativo, un constructo cultural, que al mismo tiempo se halla determinado por imperativos independientes de las actividades humanas, sean estas intencionales o no (Latour, 1991). Ecosistema que excluye la presencia de los factores culturales es una abstracción histórica, una idealización para fines científicos de investigación. Ni el más abstracto tratamiento filosófico debe conceptualizar propiamente a los ecosistemas como entidades aculturales o contrapuestos a sistemas culturales. La misma definición del ecosistema soslaya un contorno cultural ineludible, a saber, el configurado de las representaciones teóricas y las consecuentes interpretaciones, valorizaciones y legitimaciones, junto con los agentes humanos que las elaboran y defienden.

En la ecología, la caracterización teórica estándar de un ecosistema consiste en la definición de una comunidad biótica que ocupa un medio ambiente o un biotopo

[9] Vease Teresa Kwiatkowska, Jorge Issa (comps) 1998, *Los caminos de la ética ambiental: una antología de textos contemporaneos*, Plaza y Valdés, México.

determinado. Se supone que éste se encuentra dotado de un cierto equilibrio dinámico, así como de capacidades de autoorganización. Tales ecosistemas "puros" se describen y conceptualizan, estética y dinámicamente, en términos físico-químicos, biológicos o termodinámicos. Por ello, son "tipos ideales" inexistentes en la práctica. Los ecosistemas reales están integrados, de una forma más o menos inmediata, en bioentornos de algún sistema cultural y, a su vez, están configurados por los correspondientes medios materiales, interpretativos, valorativos y biotécnicos. "No existen culturas —diferentes o universales— tampoco existe naturaleza. Sólo existen las naturalezas— culturas (Latour, 1991)".

La decisión de tratar la naturaleza como un constructo cultural ha provocado unas críticas duras por parte de las personas que han utilizado la imagen de la naturaleza "virgen" en sus campañas políticas o éticas (*e.g.* Westra, 1991; 1998). El dualismo cultura-naturaleza era una mala solución, pero ha venido proporcionando casi todo el repertorio crítico de la filosofía ambiental.

No podemos entender el mundo y la vida desde una perspectiva que no sea la específicamente cultural. Lo que para nosotros es *la realidad* se halla sujeto a nuestra propia interpretación; vale decir, está condenado a ser *humanizado*. El mundo natural deviene así en mundo cultural, esto es, un mundo que existe única y exclusivamente como objeto de transformaciones ya sean tecnológicas, ya sean artísticas. Nada tiene sentido, nada tiene un fin sin que el ser humano otorgue valor a una cosa o a un ser viviente. Son también los humanos quienes establecen derechos y obligaciones.

Omisión de los procesos sociales en las prácticas de conservación y restauración ecológicas, de lo que constituirá a *la naturaleza*, condenará las actitudes de las comunidades hacia su medio ambiente a la ignorancia o indiferencia. El *drama ecológico* se desenvuelve precisamente a causa de las presiones culturales.

La restauración ecológica expresa la necesidad de integración total de las partes naturales y antropocéntricas del paisaje. Sus prácticas enlazan a nivel del paisaje los procesos naturales, culturales, hecho que permite la complementariedad y cooperación entre el sociosistema y el ecosistema. Por tanto, pueden ayudar a transformar la imagen tradicional de la relación ser humano-naturaleza en la que la Humanidad aparece como un agente exógeno que interviene con intereses explotadores, conducentes a la degradación de los ecosistemas naturales. La restauración ecológica ofrece una posibilidad de reevaluar nuestra percepción de la naturaleza; nos ofrece la posibilidad de crear o recrear , de sentirse parte de la creación, de relacionarse con el objeto de la creación. Según Aldo Leopold el ser humano puede ser ético sólo en relación con algo que ve, siente, comprende o ama. El acto de diseñar un paisaje llena la interacción con el mundo natural de significado que a su vez, nos ofrece la respuesta a nuestras interrogantes sobre cómo y por qué debemos caminar por las sendas que nos indican los razonamientos éticos.

En vez de conclusión

Los ecosistemas devastados no son capaces de recuperarse sin que le ayude el ser humano. A pesar de que la sucesión de ecosistemas continua, incluso en el caso de la desaparición de varias especies de plantas y animales, no es igual disfrutar un bosque húmedo que un pastizal, menos una tierra baldía y erosionada. El lector fácilmente se habrá percatado a lo largo de este artículo que los autores somos incurables optimistas con relación a la probabilidad de grandes beneficios que devienen del buen uso de las nuevas tecnologías en el campo de la restauración ecológica. Consideramos que la restauración ecológica es una herramienta excelente no sólo para reparar el daño que hemos infligido a la naturaleza, sino para asegurar el bienestar físico y espiritual de la especie humana beneficiando al mundo natural.

Al mismo tiempo, frente a muchas incógnitas de las prácticas restauracionistas hay que sugerir una actitud de responsabilidad y prudencia. Hay que seguir analizando y discutiendo los beneficios y desventajas de la restauración ecológica. Igualmente, es indispensable una rigurosa definición de los términos tales como conservar, custodiar, instaurar, mantener, preservar, remediar, reordenar, restaurar, salvaguardar, desarrollo sustentable, diseño del paisaje, ecodesarrollo, etc. Esta tarea no es nada fácil. Varios de ellos son conceptos volátiles que evolucionan junto con el progreso de las ciencias biológicas. Sin embargo, son precisamente estos términos que fundamentan la toma de decisiones políticas y sociales. En México y en América Latina tenemos amargas experiencias en que, sea por el desconocimiento preciso de los términos, sea por asignar las decisiones a personal equivocado, en aras del ecoturismo, ecodesarrollo, o del desarrollo sustentable se han autorizado proyectos que causaron enormes daños a los ecosistemas. Por un lado, la restauración ecológica debe ser llevada a cabo por profesionales, es una intervención deliberada hacia la naturaleza que requiere un cuidadoso planteamiento de las metas y objetivos, así como una evaluación precisa del grado de éxito de las actividades de restauración. Por otro, es la participación ciudadana consciente que convierte un sitio natural deteriorado en un problema social, en un lugar de la *crisis ecológica*. El éxito de la restauración depende del concurso de los requisitos científicos y sociales.

Bibliografía

Anderson Douglas R. (1995), "Conservation and Restoration", *Companion to Aesthetics*, David Cooper (ed.), Blackwell, Oxford, 85-87.

Aronson J., C. Floret, E.Le Floc'h, C. Ovalle and R. Pontanier (1993), Restoration and Rehabilitation of Degraded Ecosystems in Arid and Semi-arid Lands. I. A view from the South. Restoration Ecology, 2: 8-17.

Begon M, J. L. Harper, and C. R. Townsend (1996), Ecology. 3a. ed., Blackwel Science.

Berger J. J. (ed.) (1990), *Environmental Restoration. Science and Strategies for Restoring the Earth*, Washington, D.C. Island Press.

Brandi, C. (1977), *Teoría de la restauración*, Madrid, Alianza Editorial, versión española de María Angeles Toajas Roger.

Cairns, J. Jr. (1995), Eosocietal Restoration: Reestablishing Humanity's Relationship with Natural Systems, Environment, 37: 4-33.

Dewey, J. (1951), *Arte comme experienza*, La Nuova Italia, Florencia, *Art as experience*, Nueva York, 1934.

Díaz, C. R. A. y S. L. Camargo R. (1995), "Restauración ecológica: ¿Herramienta o teoría ecológica?", *Tópicos de Investigación y Posgrado*, 4: 230-234.

Foster, R. B. (1980), Heterogeneity and Disturban in Tropical Vegetation. In Conservation Biology: An Evolutionary Ecological Perspective. Soule, M. E. Y B. A. Wilcox (ed.). Sunderland, Sinauer, Massachusetss.

Helford, R. M. (1999), Rediscovering the Presettlement Landscape: Making the Oakavanna Ecosystem "Real". *Science, Technology & Human Values*, (24), 1: 55-80.

Hobbs, R. J. and D. A. Norton. (1996), "Towards a Conceptual Framework for Restoration Ecology", *Restoration Ecology*, 4: 93-110.

Jordan W. R., M. E. Gilpin, and J. D. Aber (1987), *Restoration Ecology: A Synthetic Approach to Ecological Research*, England, Cambridge University Press.

Jordan, William, III, (1994), "Environmental Management", (letter to the editor), *Science*, 263: 305-306.

Janzen, D. H. (1988), "Tropical Ecological and Biocultural Restoration", *Science*, 239: 243-244.

Latour, B. (1991), *Nunca hemos sido modernos*, ensayo de antropología simétrica, Madrid, Debate.

Martínez Justicia, M. J. (1996), *Antología de textos sobre restauración*, Universidad de Jaén.

Munder, J. (1992), In the Absence of the Sacred: The Failure of Technology and the Survival of the Indian Nations. San Francisco: Sierra Club Books.

McKibben, B. (1989), *The end of Nature*, San Francisco, Sierra Club Books.

Naess, A. (1986), Intrinsic Value: Will the Defenders of Nature Please Stand up? 504-516, *Conservation Biology. The Science of Scarcity and Diversity*, M. Soule (ed.). Sinauer, Massachusetss.

Pickett, S. T. A., V. T. Parker, and P. Fiedler (1992), The New Paradigm in Ecology: Implications for Conservation Biology Above the Species Level, 65-88, P. Fiedler and S. Jain (eds.), *Conservation Biology: The Theory and Practice of Nature Conservation, Preservation and Management*, Nueva York, Chapman and Hall.

Restauración & Rehabilitación (1998), Revista Internacional del Patrimonio Histórico, núm.9, Marzo, Madrid.

Riegl, A. (1987), *El culto moderno a los monumentos*, Madrid.

Rogers-Martínez. D. (1992), *The Sinkyone Intertribal Part Project. Restoration and Management Notes*, 10:64-69.

Society for Ecological Restoration (1994), Definitions, Definitions, Definitions. SER News 7:5.

Soulé, M. E. and B. A. Wilcox (ed.) (1980), Conservation Biology: An Evolutionary Ecological Perspective. Sunderland, Sinauer, Massachusetss.

Westra, L. (1991), An Environmental Proposal for Ethics: The Principle of Integrity, Rowman, Littlefield, Lanham M.D.

_____ (1998), Living in Integrity: A Global Ethic to Restore a Fragmented Earth, Rowman, Littlefield, Lanhman, MD.

Implicancias ecológicas y sociales de la bioingeniería: un análisis desde el sur de Latinoamérica

Ricardo Rozzi
Francisca Massardo

En este capítulo discutiremos las implicancias que tiene la ingeniería genética para las sociedades y ecosistemas latinoamericanos, particularmente aquellos del extremo austral de esta región, considerando tres niveles de análisis: *1)* las teorías científicas ecológico-evolutivas, *2)* las prácticas de investigación, enseñanza y aplicación biotecnológicas, y *3)* las transformaciones ecológicas y sociales derivadas de la actividad y productos de la bioingeniería (figura 1).

Bioingeniería: una perspectiva desde las teorías ecológicas y evolutivas

En un nivel epistemológico, la reflexión científica basada en teorías evolutivas y ecológicas recientes enfatiza la incertidumbre y el grado de desconocimiento acerca de los complejos mecanismos que interactúan entre los niveles genéticos, organísmicos, poblacionales, comunidades biológicas, ecosistemas y la biósfera. La constatación de los efectos ambientales colaterales a la actividad tecnológica-industrial corroboran la falta de comprensión cabal de los sistemas vivos en estos distintos niveles de organi-

Instituto de Investigaciones Ecológicas Chiloé, Chile, Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Connecticut.

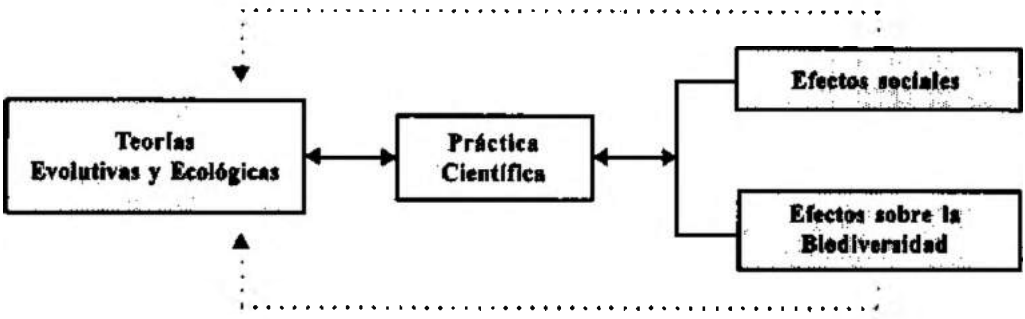


Figura 1. La bioingeniería no sólo conlleva riesgos ecológicos, sino que también tiene implicancias para las prácticas de investigación, enseñanza y aplicación científica, a la vez que afecta la autonomía y organización social de las comunidades rurales e indígenas.

zación, incluyendo sus interacciones con la sociedad humana. Tales efectos ambientales "colaterales", representan actualmente una amenaza para la sobrevivencia de la especie humana y de la miríada de especies biológicas que integran las complejas redes de interacciones ecológicas responsables de la mantención de la vida en la biósfera. Por esta razón, analizaremos las teorías evolutivas y ecológicas que proponen una actitud de cautela frente a la introducción de manipulaciones genéticas.

Entre los diez millones de especies biológicas que se estiman habitan el planeta en el presente, sólo una especie, *Homo sapiens*, consume el 40% de la productividad primaria neta (derivada de la fotosíntesis) del ambiente terrestre (Vitousek 1994). Con el fin de satisfacer las enormes necesidades de la población humana, numerosas especies de plantas de cultivo, tales como el maíz, el tomate y la papa, son transportadas y propagadas en diversas regiones del mundo. Al mismo tiempo, durante los últimos siglos se han desarrollado nuevas variedades de alto rendimiento, a través de entrecruzamiento o selección. En este contexto, surgió en la década de los setenta la ingeniería genética como una alternativa tecnológica más eficiente para satisfacer la demandas crecientes por alimento, fibras y otros productos naturales. Por otro lado, esta innovación tecnológica introdujo un acontecimiento nuevo dentro del proceso evolutivo de las especies: el intercambio de genes entre taxa evolutivamente distantes (figura 2).

La bioingeniería abre un nuevo espectro de posibilidades al romper las barreras de intercambio genético entre especies, generos, familias e incluso reinos, tales como el reino *Monera* de las bacterias y el reino *Plantae* del maíz (figura 2). Esto pone a

disposición de los ingenieros genéticos un *pool* completo de genes para el mejoramiento de los cultivos, incluyendo a menudo genes bacterianos que confieren resistencia a herbicidas, compuestos microbianos o a insectos (figura 2). La posibilidad de manipular el *pool* de genes de la totalidad de seres vivos y recombinarlos puede parecer una panacea desde un punto de vista ingenieril. Sin embargo, desde el punto de vista científico parece riesgoso cruzar súbitamente las barreras filogenéticas establecidas durante millones de años en el curso de la evolución biológica.

El proceso evolutivo ha transcurrido como una dialéctica entre dos fuerzas opuestas: por un lado la conservación de una especie invariable en el tiempo y por otro lado la transformación y especialización que conduce a su evolución en nuevas especies. A nivel genético, esta oposición puede ser descrita como el contraste entre la fidelidad o invarianza molecular y las mutaciones genéticas. A nivel de las poblaciones biológicas la tensión ocurre entre la mantención de un acervo genético (conjunto de alelos) y la diferenciación de este acervo genético hacia nuevas combinaciones que generan nuevas subespecies y especies. Los ingenieros genéticos deben observar cuidadosamente este hecho en la historia evolutiva, reconociendo la complementariedad entre ambas fuerzas: el cambio y la diferenciación genética transcurre en medio de una fuerte tendencia hacia la conservación de las estructuras y de la organización genética (Colwell 1989). Además, las tasas de mutación son bajas y las hibridaciones ocasionales ocurren entre especies filogenéticamente cercanas, generalmente pertenecientes al mismo género.

La comprensión de los procesos involucrados en la generación de la enorme variabilidad genética y sus refinadas regulaciones es aún precaria y desde el punto de vista de la teoría ecológica, parece arriesgado introducir nuevas variedades de plantas, hongos o animales en los ecosistemas antes de conocer cabalmente sus ciclos de vida o comprender sus interacciones con otras especies de las comunidades biológicas. A pesar de la utilización del uso de metodologías experimentales para evaluar los impactos potenciales de la manipulación genética, junto con el confinamiento de las variedades genéticamente modificadas para reducir el riesgo, siempre persiste una probabilidad que ocurra introgresión, malezas, patogenicidad, ciclo alterado de nutrientes y un rango de respuestas en otras poblaciones de especies. La pérdida de especies y de diversidad del hábitat como resultado de la introducción de organismos genéticamente modificados no puede descartarse. Los impactos derivados de la adición de un nuevo genotipo pueden resultar a partir de la expresión de propiedades no previstas de las variedades transgénicas, la transferencia de genes a otras poblaciones y contaminación de su acervo genético, mayor capacidad de las variedades transgénicas para invadir hábitats naturales y concomitante pérdida de diversidad de especies, alteración de los ciclos de energía y nutrientes de los ecosistemas.

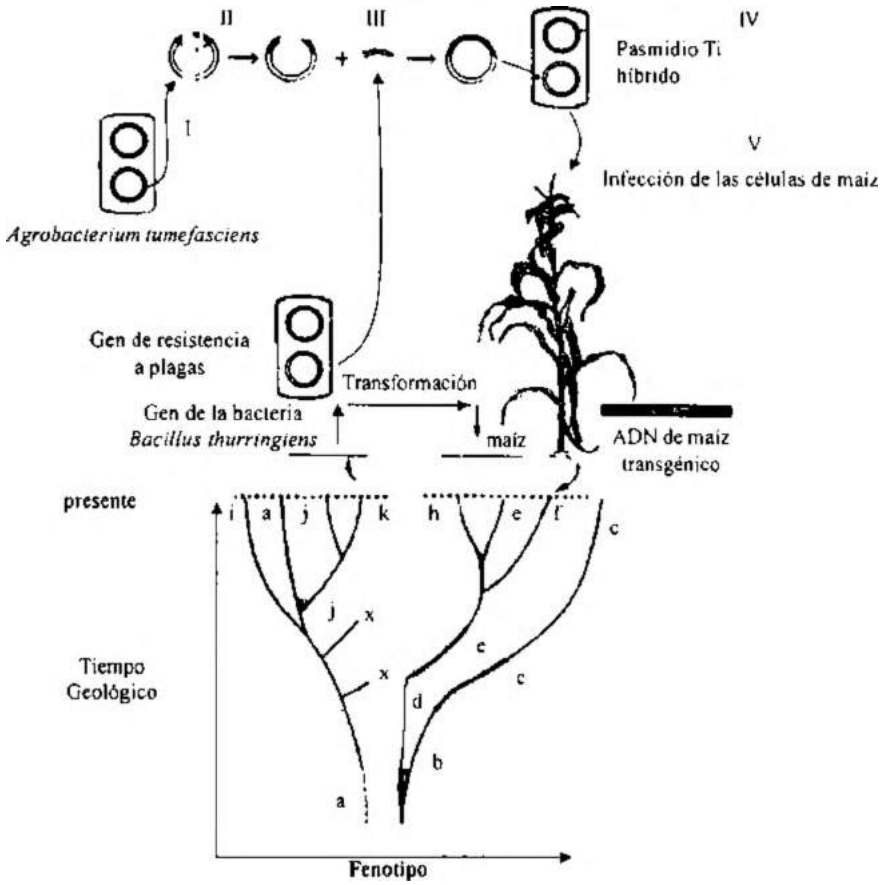


Figura 2. Etapas de la transformación genética del maíz. (I) La bacteria *Agrobacterium tumefasciens* tiene la capacidad de infectar a muchas especies de plantas produciendo tumores en el tallo a nivel del suelo. La agrobacteria tiene un plasmidio Ti con un segmento de ADN bacteriano que se transfiere naturalmente al ADN de la planta y codifica proteínas que permiten la infección de la bacteria . (II) El plasmidio Ti puede ser aislado y el segmento de ADN puede ser reemplazado por un gen diferente proveniente de otro organismo. (III) En este caso, se le introduce un gen de otra bacteria, el *Bacillus thurringiensis*, que codifica una toxina letal para larvas predadoras de la mazorca de maíz. (IV) El plasmidio Ti modificado es reintroducido en *A tumefasciens* que (V) al infectar a la planta incorpora el gen de un bacilo al ADN del maíz, generando una planta transgénica que transformada con un gen de bacteria será ahora resistente a las larvas que atacan la mazorca. Se genera así un nuevo evento evolutivo, el intercambio genético entre especies biológicas pertenecientes a distintos reinos: la bacteria *B. thurringiensis* (k) perteneciente al reino Monera transfiere genes al maíz (*Zea mays*) (f) perteneciente al reino Plantae. Este evento contrasta con los procesos de diferenciación genética o especiación que ocurren al interior de los linajes evolutivos (diagrama inferior modificado de Colwell 1989).

Bioingeniería, especialización y ecología

Dentro de la comunidad de biólogos ha ocurrido un grado de especialización creciente respecto a los niveles de organización biológica estudiados. Los biólogos moleculares e ingenieros genéticos concentran su investigación en procesos macromoleculares (especialmente ácidos nucleicos), los biólogos celulares estudian procesos a nivel de organelos, compartimientos celulares, células y tejidos. En cambio, los ecólogos estudian las interacciones entre conjuntos de seres vivos y sus interacciones con el medio físico, colaborando en este nivel con climatólogos, geólogos y geógrafos.

La especialización disciplinaria de la biología no debiera borrar la perspectiva de las múltiples y complejas interacciones que ocurren entre los diversos niveles de organización biológica. Las estructuras y procesos a niveles celular y genético afectan y son a su vez afectados, por fenómenos que ocurren a niveles biológicos más complejos, tales como individuos, sus interacciones intraespecíficas en las poblaciones, interespecíficas en las comunidades biológicas, y los flujos de energía y materia en los que participan como componentes de los ecosistemas (Pickett *et al.*, 1994). Por ejemplo, el agua constituye el principal componente de los seres vivos. La compartimentación celular del agua puede afectar procesos bioquímicos tales como la fotosíntesis, que afectarán a su vez a los animales dependientes de ellos. En tal sentido, un ecólogo debiera interesarse por el trabajo de sus colegas a nivel celular. Recíprocamente, la disponibilidad de agua proveniente en última instancia de los ecosistemas, es vital para los organismos o células portadoras de los genes, enzimas y organelos responsables de la fotosíntesis. En tal sentido, un biólogo celular o un ingeniero genético debiera preocuparse por los complejos procesos ecosistémicos involucrados en los ciclos hidrológicos responsables de la disponibilidad del agua para sus unidades de estudio. Ambas, la cantidad y la calidad de las aguas, dependen de procesos ecológicos que involucran componentes bióticos y físicos del ambiente. Los cambios en la disponibilidad del agua que ocurren a nivel del ecosistema donde habita el organismo afectarán sus procesos intracelulares, incluyendo la expresión genética. Además de la disponibilidad y calidad del agua, una multiplicidad de cambios ambientales asociados al cambio climático global, tales como el aumento de la temperatura, radiación ultravioleta o del anhídrido carbónico, podrían afectar procesos a nivel celular, infracelular y organísmico.

Así como el ambiente global afecta al nivel genético, este micronivel también puede afectar drásticamente a los organismos, comunidades biológicas y al planeta entero incluida su atmósfera. Por ejemplo, la presencia del oxígeno atmosférico, un elemento químico esencial para la vida humana y la mayoría de los seres vivos, ha sido generado por procesos celulares, moleculares y genéticos. El acontecimiento evolutivo de la aparición de un gen y una enzima (RUBISCO) dentro de una vía metabólica, la fotosíntesis, transformó la composición de gases de la atmósfera terrestre (figura 3). Hoy en día, el

21% del aire que respiramos es oxígeno y la presencia de este elemento es el resultado de un cambio genético. Este ejemplo de la fotosíntesis permite advertir a los ingenieros genéticos la magnitud de los efectos ambientales que pueden alcanzar algunas innovaciones genéticas y moleculares. En efecto, la atmósfera de nuestros dos planetas vecinos, Venus y Marte, carecen de O_2 y consisten casi exclusivamente de dióxido de carbono (CO_2). En cambio, la aparición de la fotosíntesis en nuestro planeta, hace unos 3 billones de años, comenzó a transformar el CO_2 atmosférico (junto al agua y la energía solar) en hidratos de carbono y oxígeno. Así, un cambio genético responsable de la síntesis de las enzimas fotosintéticas gatilló un cambio a escala planetaria: la acumulación del oxígeno en la atmósfera terrestre. A su vez, esta transformación de la atmósfera terrestre permitió la evolución de especies biológicas, comunidades y ecosistemas que dependen de la producción de oxígeno atmosférico (figura 3). Este ciclo fotosíntesis-respiración ilustra cómo interactúan los múltiples niveles de organización biológica: desde los niveles genético-moleculares hasta los niveles ecosistémicos y de la biósfera.

En el curso del tiempo geológico, la evolución de la atmósfera terrestre y de los seres vivos han estado interrelacionadas (Firor 1990). Sin embargo, en el tiempo evolutivo tales cambios ocurrieron en el curso de millones o billones de años, mientras que desde la era industrial cambios equivalentes han ocurrido en sólo decenas de años, esto es en una escala entre 6 y 9 órdenes de magnitud más acelerada. Estamos en medio de una crisis ambiental global donde los cambios en la composición atmosférica, los patrones del paisaje, la abundancia y distribución de especies están ocurriendo a una tasa sin precedentes en la historia del planeta. La intensidad y extensión de estos cambios dificultan la continuidad de los procesos evolutivos y la adaptación a los cambios ambientales de la mayoría de las especies biológicas, afectando también a la mayor parte de la población humana. El rápido cambio ambiental derivado de la sociedad tecnológica-industrial podría acelerarse aún más con los riesgos derivados de una aplicación a gran escala de la bioingeniería.

La introducción de un nuevo factor de riesgo a través de la bioingeniería demanda una mayor cautela por parte de la comunidad científica. La disminución del impacto ambiental, asociada a una desaceleración en la introducción de variedades genéticamente modificadas y del reemplazo o degradación de los ecosistemas complejos, permitiría mantener mayores opciones para la sobrevivencia humana y de los millones de otras especies biológicas que acompañan nuestro paso por el planeta.

El biólogo molecular deberá esforzarse en relacionar su objeto de estudio —aislado en condiciones experimentales de laboratorio—, con los sistemas ecológicos y sociales donde los genes y moléculas están inmersos. Respecto a la ingeniería genética, los biólogos moleculares tienden a adherir al supuesto que la tecnología ha permitido controlar la naturaleza para el beneficio humano. Efectos indeseables, tales como la

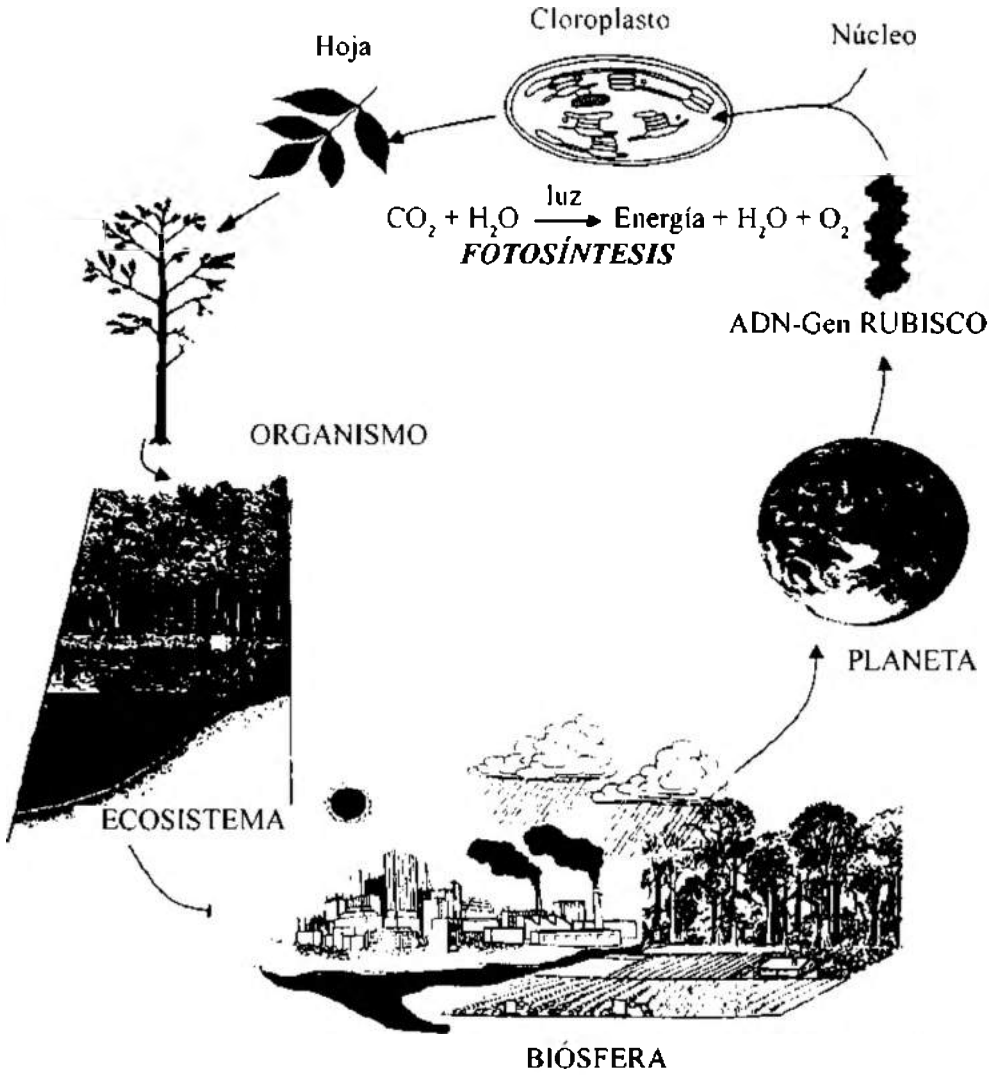


Figura 3. La especialización académica ha determinado que distintos biólogos estudien separadamente los niveles moleculares, poblacionales o ecosistémicos. Sin embargo, éstos distintos niveles de organización biológica están interrelacionados. El ejemplo de la fotosíntesis ilustra cómo un cambio genético puede modificar todos los niveles de organización, incluyendo a la biósfera y su atmósfera. A su vez, la presencia de oxígeno en esta última posibilita el proceso bioquímico de la respiración celular.

acumulación de compuestos tóxicos, nuevas enfermedades, cambios en el paisaje y extinción de floras y faunas completas, son interpretados frecuentemente como meros accidentes en este proyecto tecnológico conducente al control de la naturaleza. Tal optimismo tecnológico es severamente criticado por una comunidad creciente de científicos (climatólogos, ecólogos, naturalistas, biólogos evolutivos y de la conservación) y pensadores que han manifestado su preocupación y pesar por las extinciones de numerosas especies biológicas y otros cambios ambientales derivados de la actividad humana contemporánea (Primack *et al.*, 2000).

Oposición entre lo exótico y lo nativo en la aproximación a la bioingeniería latinoamericana

Entre las tensiones centrales que cruza la intensa discusión científica acerca de los riesgos e incertidumbres respecto al impacto ambiental de cultivos agrícolas y plantaciones forestales que utilizan especies de plantas y árboles genéticamente modificados (Williams 1998, Crawley 1999, Serageldin 1999), están las oposiciones entre lo artificial y lo natural, entre lo exótico y lo nativo. En este sentido la ingeniería genética puede tener distintos tipos y grados de impacto ambiental. Por un lado, ciertas variedades genéticamente modificadas podrían contribuir a la conservación biológica e integridad ecosistémica al requerir menor cantidad de fertilizantes y pesticidas para controlar enfermedades, erradicar pestes, aumentar la productividad y mejorar la calidad de los productos (Barlow y Tzotzos 1995). Por otro lado, representa una causa de pérdida de biodiversidad al acelerar el cambio del uso de la tierra que reemplaza complejos ecosistemas por extensas áreas de monocultivos basados en variedades transgénicas desarrolladas sólo para unas pocas especies de alto valor comercial. Los agricultores y silvicultores podrían ser estimulados para abandonar formas de producción tradicionales que contemplan parcelas y diseños basados en múltiples especies o variedades, reemplazándolas por prácticas masivas basadas en unas pocas variedades transgénicas, exacerbando la homogenización biológica y cultural, la pérdida de biodiversidad y la dependencia tecnológica.

Tres especies originarias del continente americano, el maíz y el tomate de Centroamérica y la papa del sur de Sudamérica, han constituido parte fundamental de la alimentación y de los cultivos de países europeos desde la conquista del Nuevo Mundo (Crosby 1972) y desde ahí al Asia a fines del siglo XVII y más tarde a Oceanía y al África (Salaman *et al.*, 1998). A tal punto ha sido la importancia de estas especies americanas para la cultura europea que, por ejemplo, la cocina irlandesa y alemana han llegado a identificarse con la papa, mientras que la cocina italiana lo ha hecho con el tomate y el maíz. Esto promovió el desarrollo de variedades de alto rendimiento

aclimatadas a las condiciones regionales y requerimientos específicos, que en el caso del maíz ha sido esencial también para la alimentación animal y ciertos procesos industriales. Estas tres especies han sido blanco de la bioingeniería con el objeto de generar variedades transgénicas resistentes a enfermedades y para el mejoramiento de su comercialización.

Por otro lado, en el Nuevo Mundo numerosas etnias americanas han desarrollado variedades de maíz, tomate, papa y otras especies, cuyo cultivo forma además parte esencial de sus culturas. Por ejemplo, para los Huilliche en el sur de Chile el cultivo más importante es la papa, que todavía hoy constituye la planta cultivada más representativa de Chiloé. La papa cultivada de Chiloé (*Solanum tuberosum*, subespecie *tuberosum*) evolucionó paralalemente a la papa de Los Andes peruanos (subespecie *Solanum tuberosum andigena*). A la llegada de los españoles a Chiloé en el sur chileno, los huilliche cultivaban y distinguían la papa silvestre (*malla)* de la asilvestrada (*vucheñ*) y de la cultivada (*poñü*), de la que todavía se mantienen más de 100 variedades. Cada una de las variedades de la papa nativa de Chiloé está aclimatada a diversas condiciones ecológicas y con usos diversos y propios (alimentación humana, forrajera, medicinal). Además, las variedades de papa difieren en características como tamaño y forma del tubérculo, color de la cáscara y de la pulpa, sabor, textura, época de siembra, suelo, caracteres de tolerancia ambiental. Los huilliche poseen nombres descriptivos para cada variedad. Por ejemplo, *Huicaña* corresponde a una variedad de papa con tubérculos de cáscara violácea y pulpa blanca; *Mahuinahue* nomina a una variedad de papa de cáscara gris que tolera el suelo húmedo; la variedad *Nothra* es tardía; *Memichun* es una papa forrajera, etcétera (Massardo y Anderson 2000). Hasta el día de hoy los Huilliche mantienen un léxico propio para esta especie, no sólo relativo a las variedades sino que también en función de las herramientas de cultivo y de uso doméstico, de la cocina y preparación, como también de la mitología y los lazos sociales. El Centro de la Papa en Chonchi trabaja en la investigación y mantención de las tradiciones, la conservación y protección del germoplasma de las variedades de papa de Chiloé en el sur de Chile.

Algunas comparaciones entre los sistemas tradicionales de selección de variedades y las prácticas de la bioingeniería han interpretado que se trata de una diferencia "puramente técnica". La bioingeniería permite llevar a cabo más eficientemente los mismos objetivos que motivan las prácticas de selección artificial. Sin embargo, la sustitución de prácticas tradicionales por la adopción de métodos y variedades bioingenieriles conlleva profundas transformaciones culturales, sociales y del grado de autonomía de las comunidades rurales o indígenas respecto a la sociedad industrial. La magnitud y la naturaleza del impacto ecológico en una y otra práctica también son marcadamente diferentes.

La revolución verde en la agricultura, y más recientemente en la silvicultura, ha sido una de las causas principales de la pérdida de biodiversidad al reemplazar ecosistemas

forestales de alta diversidad en monocultivos eficientes e intensivos en cuanto a capital y energía (Muzio, 1998). El diversificado mosaico de culturas y ecosistemas latinoamericanos está siendo aceleradamente reemplazado por unas pocas especies agrícolas y silvícolas, y por un estilo de vida uniforme o global. Esta sustitución y homogenización es más grave en la región latinoamericana que en regiones del hemisferio norte, porque la mayoría de las especies de plantas utilizadas en los monocultivos, incluyendo las plantaciones forestales, se basan en especies exóticas, como eucaliptos, cuya ecología e historia evolutiva está disociada de los ecosistemas regionales. Así por ejemplo, en el sur de Chile la introducción de extensas plantaciones monoespecíficas de *Eucalyptus globulus* ha desecado las napas de aguas subterráneas, ha disminuido la disponibilidad de frutos para las especies de aves nativas e impide el crecimiento de un sotobosque rico en especies de musgos, hepáticas y lianas (Rozzi *et al.*, 1994). En la actualidad la empresa forestal chilena se basa progresivamente en unas pocas especies exóticas. Durante la década de los noventa, más del 90% de la madera aserrada exportada por Chile derivó de plantaciones de una única especie, el pino insigne (*Pinus radiata*) originario de California (USA). La industria farmacéutica de productos naturales en Chile también se basa en especies exóticas que dan cuenta del 80% de las especies de plantas utilizadas en este rubro. Los diseños ornamentales también favorecen a las especies exóticas, así más del 90% de los árboles que crecen en las plazas del sur de Chile son exóticos (figura 4).

Este sesgo de las actividades productivas basadas en especies exóticas resulta paradojal frente a la exhuberante diversidad de especies leñosas de los bosques de Chile, muchas de ellas con un alto valor maderero, medicinal y ornamental. La subordinación de lo nativo —biota y formas productivas— respecto a lo exótico sugiere una continuidad del proceso colonialista. Aunque a veces nominamos a nuestra época como poscolonialista, la transformación de los paisajes biogeográficos y mosaicos culturales en monocultivos de especies agrícolas, arbóreas, praderas de especies cosmopolitas y estilos de vida de la sociedad global, homogenizan el continente americano más rápido que nunca (Place *et al.*, 1993; Southgate 1998).

Las aproximaciones científicas puramente técnicas no dan cuenta cabal de las causas de estos problemas ambientales y sociales, en consecuencia, tampoco podrán ofrecer soluciones satisfactorias a éstos. La investigación y aplicación de la bioingeniería servirán más satisfactoriamente a los propósitos de bienestar social y conservación de la diversidad biológica en Latinoamérica, en la medida en que se consideren los contextos ecológicos y sociales donde su actividad tiene lugar. Será contraria a estos propósitos si la bioingeniería se importa como una actividad encapsulada con métodos, instrumental y laboratorios traidos desde el extranjero y centrada en especies exóticas, estudiadas y propagadas globalmente a una escala planetaria. En la adopción y evaluación de innovaciones e incorporaciones tecnológicas, deben incluirse las complejas

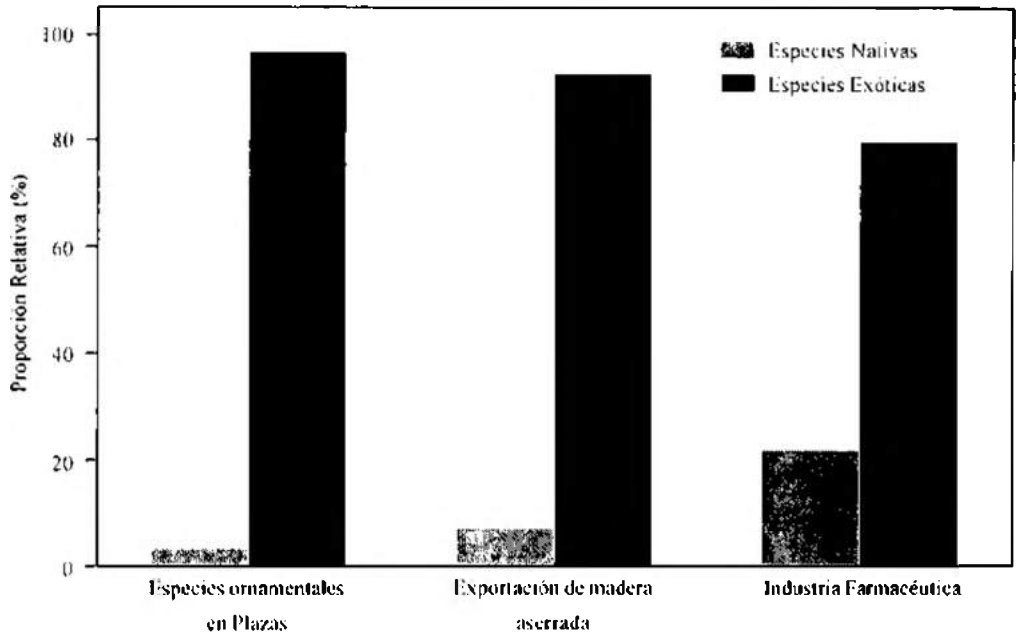


Figura 4. Plantas exóticas *versus* plantas nativas. Unas pocas especies de plantas exóticas dominan la industria de las plantas ornamentales, silvícolas y de productos naturales en Chile. Los datos para especies de árboles corresponden a metros cúbicos de madera aserrada exportados durante la última década (INFOR 1997), los datos para la industria farmacéutica representan la proporción promedio de especies nativas y exóticas (árboles, arbustos y hierbas) utilizadas por seis laboratorios chilenos de productos naturales (Massardo, 1997), y para las plazas se tomó el promedio de individuos en seis Plazas de Armas de pueblos y ciudades del sur de Chile (Rozzi y Armesto, 1996).

consecuencias sociales y ambientales que afectan a muy diversos grupos humanos y especies biológicas no-humanas, cuya existencia merece una consideración ética (Rozzi 1997). Ambas revoluciones verdes han tenido también un impacto social negativo al promover procesos de expropiación y concentración de la propiedad de la tierra. Esto deja a campesinos y poblaciones indígenas sin tierras ni trabajo y provoca migraciones masivas y caída en sus estándares de vida (Buarque 1991, 1993). Con la sustitución de los ecosistemas nativos por monocultivos de especies exóticas, se produce también una pérdida de la diversidad cultural. Aquellas variadas formas de subsistencia tradicional de las comunidades indígenas y rurales que dependen de la recolección de leña, fibras para cestería y herramientas, hongos, plantas y animales comestibles, son drásticamente deterioradas (Carrere 1998).

Impacto de la bioingeniería sobre la práctica científica

A nivel de la práctica científica, el énfasis puesto por los programas universitarios en la biología molecular y la tecnología han modificado sustancialmente los programas de educación, investigación y aplicación científica. Las humanidades, la filosofía de la ciencia y otras disciplinas han quedado relegadas bajo la prevalencia de aproximaciones que se concentran en la capacitación técnica de los estudiantes. En las universidades chilenas, por ejemplo, se han eliminado cursos tan fundamentales como filosofía de las ciencias en todos los programas de posgrado en el área de la biología (Grez *et al.*, 1993). Esta aproximación en la enseñanza ha reforzado, a su vez, la tendencia hacia una extrema especialización que criticábamos antes. Además, debilita la autonomía de la universidad respecto a los intereses del mercado. La interacción entre la academia y el sector empresarial puede ser recíprocamente beneficiosa, siempre y cuando se mantenga una sólida autonomía de ambas partes. En las condiciones actuales, especialmente cuando se requieren costosos equipos e infraestructura teconológica como en el caso de la bioingeniería, las universidades y sus programas de investigación tienden a ser depredados o controlados por los intereses económicos que reducen el espectro y la libertad de la actividad científica.

Las especies biológicas estudiadas se han reducido a unas pocas de interés comercial, posponiendo planes de investigación, propagación y comercialización de especies nativas cuyo mercado es incierto. En este sentido, la biotecnología ha contribuido a que la investigación y la academia se subordinen a los intereses del mercado, debilitando el sentido esencial de las ciencias biológicas universitarias: concebir nuevos modos de entender y convivir con el mundo natural. En los programas de enseñanza universitaria o escolar tampoco se incluye el conocimiento indígena, que en el caso del pueblo Mapuche incluye un sofisticado conocimiento descriptivo y práctico de la flora y fauna del sur de Chile (Rozzi *et al.*, 2000). A nivel de la enseñanza de posgrado en ciencias, un análisis multicultural y de las implicaciones culturales y sociales de la actividad científica es limitado o inexistente. A nivel de la enseñanza escolar de la biología en Chile está centrada en especies exóticas. Menos del 20 % de los ejemplos descritos o utilizados en textos de escuelas urbanas y rurales en el sur de Chile corresponden a especies de flora o fauna nativa (Rozzi, datos no publicados).

La tecnología y las especies exóticas han depredado la diversidad de especies nativas y modos de conocimiento científico y tradicional acerca de ellas. El énfasis en la biotecnología plantea así un doble problema de erosión biológica y cultural. No intentamos promover una "xenofobia" contra especies exóticas o culturas foráneas, como han criticado algunos filósofos y ecólogos (véase Eser 1999). Proponemos, en cambio, una perspectiva más balanceada respecto a la consideración de las biotas nativas, ecosistemas y culturas regionales, incluyendo su conocimiento y prácticas ambientales tradicionales.

Impactos ecológico-culturales de la tecnología: cambios del paisaje en los bosques del sur de Chile después de la Conquista

Durante los últimos cinco siglos, la ciencia y la tecnología inspiradas en una concepción occidental de progreso, han desempeñado un papel central en la homogeneización cultural y biológica de los diversos e idiosincráticos paisajes del Nuevo Mundo. Para analizar el impacto de la actividad tecnológica sobre el ambiente, nos basaremos en un caso de estudio: la región de los bosques del sur de Sudamérica. Describiremos brevemente la diversidad biológica, ecológica y cultural de la región de los bosques del sur de Chile y luego discutiremos cómo los paisajes de esta región, que originariamente albergaba un mosaico de diversas culturas y tipos de ecosistemas forestales, han ido homogeneizándose desde la llegada de los europeos. Cómo la ciencia y la tecnología han desempeñado un papel importante en esta transformación del paisaje que ha ido eliminando culturas y ecosistemas nativos, en la medida que se coloniza con un modelo cultural monolítico. En términos sociales, la promesa tecnológica de progreso y calidad de vida ha fallado reiteradamente y ha conducido, en cambio, a una situación de exterminio o dependencia para las comunidades locales que han perdido progresivamente su autonomía. La bioingeniería, debido a sus requerimientos de equipamiento e infraestructura física sofisticada y costosa, exacerba esta situación de dependencia.

Escenario biogeográfico y ecológico de los bosques templados de Sudamérica

Los bosques templados de Sudamérica se distribuyen a lo largo de una franja latitudinalmente extensa (20°, 2000 km) y longitudinalmente estrecha (0.3°, 100 km) en el borde sudoeste del continente, cubriendo desde la costa hasta la vertiente occidental entre Chile central (34°S) y el Cabo de Hornos en Chile (56°S), y por una extensión menor crecen sobre la vertiente oriental de los Andes en Argentina. La compleja topografía, que incluye la Cordillera de la Costa, el valle central y la Cordillera de los Andes, la zona austral de los canales y archipiélagos, junto a marcadas variaciones en las precipitaciones y temperatura, generan una marcada heterogeneidad del ambiente físico (Arroyo *et al.*, 1996). Además, el origen de la fauna y flora de los bosques templados de Sudamérica deriva principalmente de dos fuentes contrastantes: la biota del antiguo continente de Gondwana (que conectaba los continentes del hemisferio sur durante el Cretácico) y la biota tropical que comunicaba con esta región antes del levantamiento de Los Andes (Hinojosa y Villagrán, 1997). Los efectos combinados del

clima, la topografía y la historia biogeográfica han generado una diversidad de tipos forestales muy contrastantes como la formación de parque dominada por la palma chilena endémica *Jubaea chilensis*, los bosques de alta montaña de la primitiva conífera *Araucaria araucana* o la selva valdiviana siempreverde, muy compleja florística y estructuralmente. Dependiendo del sistema de clasificación, se reconocen entre 12 y 25 tipos de comunidades forestales muy diferentes dentro del bioma de los bosques templados de Sudamérica (Veblen y Schlegel, 1982). El análisis y conocimiento de estas escalas evolutivas, geológicas y geográficas, se omite de los programas de enseñanza de la biotecnología en Chile. Tal omisión conduce a programas de investigación y explotación de recursos que simplifican el reticulado mosaico de ecosistemas forestales del extremo austral del continente americano.

Una segunda característica ecológica de los bosques templados de Sudamérica que está en conflicto con programas biotecnológicos centrados en unas pocas especies exóticas, es la elevada frecuencia de interacciones mutualistas entre plantas y animales y de procesos ecosistémicos, como los ciclos hidrológicos, que dependen de la mantención de la biodiversidad. Por ejemplo, más de 50% de las especies de plantas requiere la visita de insectos o aves para su polinización y 67% de las especies vegetales de estos bosques poseen frutos carnosos consumidos por aves, de las que dependen para su dispersión, recolonización de hábitats y en algunas especies, para su germinación (Armesto y Rozzi 1989, Riveros 1991). Por esta razón, la eliminación o sustitución de una especie repercute en la comunidad biológica (figura 5) y los múltiples servicios ecosistémicos que de ésta derivan (Soto y Lara, 2000).

Finalmente, los bosques templados de Sudamérica han estado aislados de otras regiones forestales del continente debido a la presencia de grandes barreras orográficas y climáticas que los separan por una distancia de 1.500 a 2 000 km de los bosques tropicales más cercanos (Arroyo *et al.*, 1996). Hacia el norte se encuentra el desierto de Atacama, uno de los más áridos del mundo; hacia el este más allá de la Cordillera de los Andes se extiende la estepa patagónica argentina; y hacia el oeste y el sur está el Océano Pacífico. Este aislamiento ha promovido la evolución de una flora y fauna altamente endémica. Alrededor de 90% de las especies de flora leñosa son endémicas, es decir, crecen sólo en esta región. Entre los vertebrados, escasamente documentados, 147 especies son endémicas. Los niveles de endemismo son altos para el sistema continental: 50% de los peces (26 spp.), 80% de los anfibios (30 spp.), 36% de los reptiles (16 spp.), 30% aves terrestres (44 spp.), y 33% de los mamíferos (33 spp.) (Armesto *et al.*, 1996). La peculiaridad e idiosincrasia de la biota nativa de los bosques templados de Sudamérica también son habitualmente omitidas de los programas chilenos de biotecnología que se basan casi exclusivamente en especies exóticas.

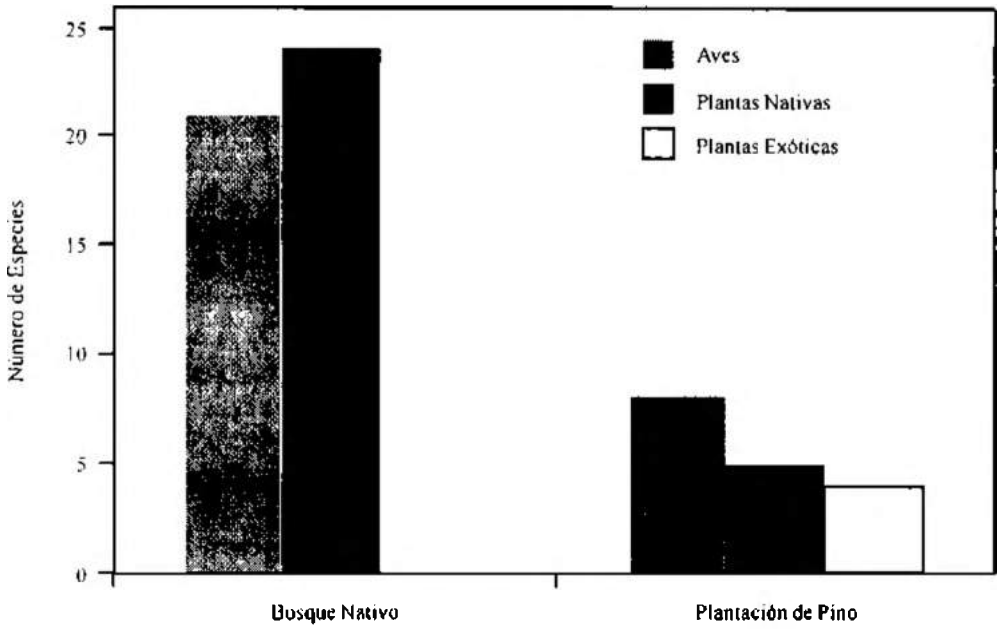


Figura 5. Las especies exóticas *Pinus radiata* y *Eucalyptus sp.* ocupan la mayor superficie de plantaciones forestales en Chile, a la vez que concentran los esfuerzos de investigación y fondos destinados a la bioingeniería en el área forestal. Esta política afecta drásticamente a la diversidad biológica de los bosques nativos del sur de Chile, puesto que en las plantaciones exóticas se encuentran sólo unas pocas especies de la fauna (ejemplificada aquí con las aves) y flora nativa. Además, las plantaciones de pino favorecen el crecimiento de algunas especies de plantas exóticas en el sotobosque (datos tomados de Frank, 1994 y Rozzi, datos no publicados).

Historia y diversidad cultural en los paisajes de los bosques templados de Sudamérica

El bioma de los bosques templados de Sudamérica no sólo ha albergado ecosistemas únicos en el mundo, sino también ha constituido el hábitat de un mosaico de diversificadas e idiosincráticas culturas indígenas (Hidalgo *et al.*, 1996). Entre estas culturas se encontraban los habitantes precolombinos más australes del planeta, alcanzando hasta el Cabo de Hornos (56°S). Debido a su aislamiento de las civilizaciones Inca y pre-Inca de los Andes centrales y de las culturas Mapuche en los sectores norte de los bosques sudamericanos templados, los Yamana, Alacalufes y Onas que habitaban

los boscosos archipiélagos y canales entre los 43 y 55°S del cono austral, arribaron al siglo xx con una cultura que podría ser considerada como esencialmente paleolítica (Chapman, 1981). El destino de estos tres grupos, junto con el de los Chonos que habitaban el Archipiélago de Chiloé (41-43°S), ha sido penosamente trágico luego del arribo de lo conquistadores conduciendo a un exterminio completo o casi total (Aylwin, 1994). Este proceso de genocidio y extinción cultural debiera representar una alarma para el optimismo biotecnológico actual en Chile, puesto que tal proceso fue promovido en la segunda mitad del siglo pasado por los ideales de progreso, ciencia y desarrollo tecnológico prevalentes en la era de la postindependencia chilena.

Desde la llegada de los conquistadores españoles en 1537 podemos definir tres ondas de transformación que han afectado drásticamente al paisaje forestal y las culturas indígenas del sur de Chile. La primera onda de contacto con los conquistadores españoles durante los siglos xvii y xviii provocó epidemias masivas y virulentas de enfermedades desconocidas para los aborígenes americanos, modificó la cultura y prácticas de subsistencia a través de la introducción del caballo y el ganado bovino y ovino, y conllevó matanzas de indígenas, principalmente Picunches en la zona central de Chile. En esta zona central vastas extensiones de bosques esclerófilos y deciduos fueron quemados y transformados en tierra agrícola, a la vez que las tasas de corta de árboles para la construcción, mueblería y leña alcanzaron niveles incomparablemente más altos que en eras precolombinas (Donoso y Lara, 1996).

Una segunda época de intensa transformación del paisaje ecológico y cultural se inició en 1818 con la independencia de la monarquía española y alcanzó su máxima expresión hacia fines del siglo xix. En este período Chile —como otros países latinoamericanos— se abocó a definir una identidad nacional, una unidad política y una economía viable. Esta identidad nacional fue definida por las cúpulas sociales, ignorando o negando la participación intelectual y política a los demás habitantes del territorio chileno. El idioma castellano fue monolíticamente impuesto como lengua nacional, negando además sofisticadas y múltiples prácticas culturales y ambientales arraigadas en los pueblos aborígenes. A mediados del siglo xix, el gobierno chileno organizó masivas campañas promoviendo la inmigración de colonos europeos al sur de Chile, especialmente agricultores alemanes. Con el explícito propósito de "desarrollar" el país (véase Pérez-Rosales, 1882), los colonos alemanes quemaron inmensas extensiones de bosques en la región de Los Lagos (39-42°S) entre 1860 y 1900, abriendo terreno para la agricultura y la ganadería (Ilg, 1982). Concomitantemente, el gobierno chileno organizó campañas militares para "pacificar" a los Mapuche, quienes habían defendido sus territorios valiente y exitosamente durante la conquista, pero ya no pudieron hacer frente a las modernas fuerzas armadas de la independiente República de Chile, rindiéndose en 1883. Como ocurría simultáneamente al otro lado de Los Andes en la Patagonia argentina, otras regiones de Latinoamérica y en el lejano Oeste de Estados

Unidos de Norteamérica, muchas comunidades indígenas nomádicas y seminomádicas eran confinadas a pequeñas reservas en territorios marginales, mientras que los territorios más productivos eran entregados a colonos nacionales o inmigrantes alemanes, suizos e italianos (Alwyn, 1994). Una fe ciega en el progreso y una noción unidimensional de la ciencia animaron la tenaz labor de los colonos europeos, quienes en dos o tres décadas transformaron las boscosas regiones en extensos monocultivos de trigo. A comienzos del siglo xx, Chile llegó a ser uno de los principales productores de trigo del mundo, pero el "éxito desarrollista" duró poco más de una década debido a que este modo de cultivo condujo después de algunas rotaciones a suelos infértiles y provocó una severa erosión, cuyas marcas se observan todavía hoy a lo largo del secano costero del centro-sur de Chile (Donoso y Lara, 1996).

No obstante, la fe en el progreso continuaba intacta en las clases social e intelectualmente dominantes en Chile y otras jóvenes naciones latinoamericanas. Esta fe en el desarrollo ha adquirido una progresiva matriz económica durante las últimas décadas del siglo xx, llegando a proponerse una mutación del término "modernización" por el de "monetarización" (Cousiño y Vásquez, en Larraín 1996). La tercera onda de transformación del paisaje cultural y ecológico del sur de Chile comenzó a mediados del siglo xx con las extensivas plantaciones comerciales de la conífera exótica, el pino insigne. Las plantaciones de pino insigne se incrementaron drásticamente desde 1974 gracias a la introducción de subsidios estatales (Decreto Ley 701), estimulando las quemas y sustituciones masivas de los bosques nativos remanentes (Donoso y Lara, 1996). Este proceso se agravó aún más con la introducción de subsidios para plantaciones de especies de *Eucalyptus*, originarios de Australia (Armesto *et al.*, 1998). En 1998 y 1999 los mayores fondos para proyectos biotecnológicos en el área forestal en Chile se han concentrado en especies exóticas, fundamentalmente pino insigne (Informe FONDECYT 1999). ¿Qué ocurriría si los biotecnólogos y bioingenieros alcanzaran una mayor eficiencia en el proceso de cubrir con monocultivos aquellos otrora diversos paisajes que albergaban un mosaico de formaciones forestales y misteriosas culturas indígenas?

Con la transformación de los bosques nativos en homogéneas plantaciones de árboles exóticos, las condiciones de vida de las comunidades Mapuche han declinado dramáticamente debido a la eliminación de las diversas plantas recolectadas, de las aves y mamíferos que tradicionalmente cazaban, a la erosión del suelo asociada con prácticas agrícolas importadas y al crecimiento poblacional dentro de las pequeñas reservas. Esta degradación ambiental ha forzado a muchos mapuches a migrar a sectores urbanos marginales, aceptando trabajos con salarios miserables, que carecen además de previsión y seguros de salud (Alwyn, 1994).

Tal problemática social sobrepasa a la "expertise" de la biotecnología, señalan los profesionales chilenos (Noticiero de Biología de Chile, septiembre 1998). Su contribución a la sociedad es entendida como puramente técnica y podrá ser usada para

bien o mal, al margen de su calidad profesional. Estos jóvenes profesionales formados bajo una educación universitaria ultraespecializada se vanaglorian de evitar y rechazar cualquier implicancia metafísica y política de su investigación científica objetiva. Esto agudiza aún más la unidimensionalidad de la ciencia inaugurada por la anterior generación de científicos "modernistas", quienes aun cuando profesaban una fe en el progreso científico y tecnológico, debatían sus consecuencias sociales e incluían cursos de historia, filosofía y otras humanidades en la formación de los científicos universitarios. Estos programas modernistas han sido ahora minimizados en los programas de ciencias biológicas en las actuales universidades chilenas, cuyos objetivos centrales son el autofinanciamiento y la *expertise* técnica de sus egresados para que ingresen al mercado laboral. Así, se nutre un circuito de alienación respecto de las humanidades, de las diversas tradiciones de pensamiento de la cultura occidental y de las culturas indígenas americanas, como también de los diversos bosques y otros ecosistemas que albergan comunidades de organismos que aún sobrevivían en el Chile colonial, pero que ahora perecen subyugados bajo la tecnología y el neoliberalismo económico. La oposición a esta lógica del mercado parece ingenua y es interpretada como un obstáculo para la empresa científica, que como toda actividad social debe estar guiada por la mano del mercado, declara un joven biotecnológo chileno (Noticiero de Biología de Chile. septiembre 1998).

Arribamos así a un escenario a fines del segundo milenio en Chile, que después de 500 años de colonialismo subyuga con más fuerza que nunca la multiplicidad de seres vivos no-humanos, la diversidad biológica y a la plétora de culturas disidentes urbanas o rurales, mestizas o indígenas. Con arrogancia se desconoce el respeto que merecen todos estos seres humanos y no-humanos, a la vez que se posterga el conocimiento cultivado por aquellas etnias que han habitado la región por milenios desde el último período glacial. En el sur de Chile todavía se pueden encontrar fragmentos de ecosistemas nativos y comunidades indígenas depositarias de sofisticadas herbolarias y taxonomías. Estos remanentes abren una posibilidad para reorientar la práctica biotecnológica, que en vez de desplazar podría integrar diversas prácticas tradicionales en el uso de la tierra y articular los ecosistemas nativos con las nuevas formas de cultivo intensivo.

La constatación de una riqueza de especies biológicas y procesos ecológicos, de una multiplicidad de formas de conocer y relacionarse con estas especies y ecosistemas nativos —que todavía son en su mayoría parcial o completamente desconocidas para las comunidades científicas de Latinoamérica—, advierte sobre la urgente necesidad de fomentar su investigación antes de eliminarlas a cambio de unas pocas variedades genéticamente modificadas, que han sido artificialmente diseñadas con criterios unidimensionales de aumento de productividad, u otras pocas variables económicas, incomparablemente simplificadas respecto a la complejidad ecológica. Es necesario introducir también en la enseñanza y práctica científica de nuestro continente la discusión

acerca de las limitaciones del conocimiento científico y de sus vínculos con contextos culturales particulares (Rozzi, 1999). Si no nos detenemos a considerar estos aspectos, estaremos quemando los bosques y otros ecosistemas tal como lo hicieron los primeros conquistadores europeos a quienes criticamos en tal caso injustificadamente de sordos y ciegos frente al nuevo hábitat biológico y cultural que confrontaban. Sólo habrá cambiado nuestra motivación, en vez del dogmatismo religioso o racionalista, será la euforia del mercado.

Bibliografía

Alwyn, J. (1994), "Pueblos indígenas de Chile: Antecedentes históricos y situación actual", *Serie de Documentos núm. 1*, Instituto de Estudios Indígenas (Temuco, Chile: Universidad de la Frontera).

Armesto, J.J. y R Rozzi (1989), "Seed Dispersal in the Rain Forests of Chiloé: A Survey of Syndromes in Comparison with Other Temperate and Tropical Forests", *Journal of Biogeography*, 16: 219-226.

Armesto, J.J., R. Rozzi y P. León-Lobos (1996), "Ecología de los Bosques Chilenos: Síntesis y Proyecciones", *Ecología de los Bosques Nativos de Chile*, Armesto J.J., C. Villagrán y M.T. Kalin (editores), Santiago, Chile: Editorial Universitaria, pp. 405-421.

Armesto, J.J., R. Rozzi, C. Smith-Ramírez y M.T.K. Arroyo (1998), Effective Conservation Targets in South American Temperate Forests", *Science*, 282: 1271-1272.

Arroyo, M.T.K., L. Cavieres, A. Peñaloza, M. Riveros y A.M. Faggi (1996b), "Relaciones fitogeográficas y patrones regionales de riqueza de especies en la flora del bosque lluvioso templado de Sudamérica", *Ecología de los bosques nativos de Chile*, J.J. Armesto, C. Villagrán y MT Kalin (eds.) (Santiago, Chile: Editorial Universitaria), pp. 71-99.

Barlow, B.A. y G.T. Tzotzos (1995), "Biotechnology", *Global Biodiversity Assesment*, Heywood V.H., editor, Nueva York, Cambridge University Press, USA.

Buarque, C. (1991), *O colapso da modernidade brasileira : e uma proposta alternativa*, Rio de Janeiro, Paz e Terra, Brasil.

_____ (1993), "The End of Economics?: Ethics and the Disorder of Progress", Mark Ridd (traductor) Washington D.C., St. Martin's Press, USA.

Carrere, R. (1998), "Chile: un modelo de plantaciones impuesto por el gobierno militar", *La tragedia del bosque chileno*, A. Hoffmann (ed.), Santiago, Chile: Ocho Libros Editores, pp. 285-293.

Colwell, R.K. (1989), "Natural and Unnatural History: Biological Diversity and Genetic Engineering", *Scientists and their Responsibility*, W.R. Shea y B. Sitter (eds.), Carton, Mass.: Watson Publishing International, pp.1-40.

Crawley, M.J. (1999), "Genetically Modified Crops: Bollworms, Genes and Ecologists", *Nature*, 400: 501-502.

Crosby, A.W. (1972), *The Columbian Exchange; Biological and Cultural Consequences of 1492*, Connecticut, Greenwood Pub. Co., Westport, USA.

Chapman, A. (1981), *Drama and Power in a Hunting Society*, Cambridge: Cambridge University Press.

Donoso, C. y A. Lara (1996), "Utilización de los bosques nativos en Chile: pasado, presente y futuro", *Ecología de los Bosques Nativos de Chile*, Armesto J.J., C. Villagrán y M.T. Kalin, editores, Santiago, Chile: Editorial Universitaria, pp. 363-387.

Eser, U. (1998), *Ecological and Normative Fundamentals of Value-judgements in Nature Conservation: the Case of Non-indigenous Plants. Advances in Human Ecology*, In press.

Firor, J. (1990), *The Changing Atmosphere. A Global Challenge*, Yale University Press. New Haven.

Grez, A.A., F.M. Jaksic, C.A. Moreno y I. Serey (1995), "La enseñanza de la ecología en Chile a nivel de pregrado y postgrado", *Revista Chilena de Historia Natural*. 68: 139-152.

Hidalgo, J., V. Schiappacasse, H. Niemeyer, C. Aldunate y I. Solimano, editores (1997). *Culturas de Chile. Prehistoria: desde sus Orígenes hasta los albores de la Conquista*, 3a. ed., Santiago, Chile: Andrés Bello.

Hinojosa, F. y C. Villagrán (1997), "Historia de los bosques del sur de Sudamérica, I: antecedentes paleobotánicos, geológicos y climáticos del Terciario del cono sur de América", *Revista Chilena de Historia Natural*, 70: 225-239.

Ilg, K. (1982), *Das Deutschtum in Chile und Argentinien. Eckartschriften Hefi 83*. Vienna, Austria, Oesterreiche Landmanschaft.

INFOR (1997), "Estadísticas Forestales", *Boletín Estadístico núm. 50*, Santiago, Chile.

Larraín, J. (1996), Modernidad, razón e identidad en América Latina, Santiago, Chile. Andrés Bello.

Massardo, F. (1997), "Plantas Medicinales y Medio Ambiente", 2o. Congreso de Plantas Medicinales, Santiago, Chile: Ministerio de Salud de Chile, pp.189-211.

Massardo, F. y G. Anderson (2000), "Nominando los seres vivos", *Elementos de conservación biológica: perspectivas latinoamericanas*, Primack R., R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo y F. Massardo, México, Fondo de Cultura Económica.

Frank, D. (1994), "Douglasienanbau in Sudchile: Auswirkungen auf Vegetation und Boden am Beispiels des Fundo Voipir", tesis de doctorado, Universidad de Bayreuth. Alemania.

Muzio, G. (1999), "Fao: un nuevo juego ecológico", *La tragedia del bosque chileno*. Hoffmann A., M. Sierra, J.P. Orrego, G. Badal y M. Holzapfel, (editores), Santiago. Chile, Ocho Libros Editores, pp. 278-283.

Pérez-Rosales, V. (1882), *Recuerdos del pasado*, 3a. ed., 1971, Santiago, Chile: Editorial Francisco de Aguirre.

Pickett, S.T.A., J. Kolasa y C.G. Jones (1994), *Ecological Understanding: The Nature of Theory and the Theory of Nature*, Nueva York, Academic Press.

Place, S.E., Beezley W.E. y MacLachlan C. (editores) (1998), *Tropical Rainforests: Latin American Nature and Society in Transition*, vol. 2, Washington D.C., USA, Scholarly Resources.

Primack, R., R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo y F. Massardo (2000), *Elementos de conservación biológica: Perspectivas latinoamericanas*, México, Fondo de Cultura Económica.

Riveros, M. (1991), *Aspectos sobre la biología reproductiva en dos comunidades del sur de Chile (40°S)*, Ph.D. Dissertation, Santiago, Chile, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

Rozzi, R., J.J. Armesto y J. Figueroa (1994), *Biodiversidad y conservación de los bosques nativos de Chile: una aproximación jerárquica*, Bosque 15: 55-64.

Rozzi, R. y J.J. Armesto (1996), "Hacia una ecología sintética: la propuesta del Instituto de Investigaciones Ecológicas Chiloé", *Ambiente y Desarrollo*, XII (1): 76-81.

Rozzi, R. (1997), "Hacia una superación de la dicotomía antropocentrismo-biocentrismo, *Ambiente y Desarrollo*, XIII (3): 48-58.

Rozzi, R. (1999), "The Reciprocal Links Between Evolutionary-Ecological Sciences and Environmental Ethics", *BioScience*, 49 (11): 911-921.

Rozzi, R., J. Silander, J.J. Armesto, P. Feinsinger y F. Massardo (2000), "Three Levels of Ecological Synthesis: The Basics for the Conservation Program of the Institute of Ecological Research Chiloe in Southern Chile. Biodiversity Conservation", en prensa.

Salaman, R., J.G. Hawkes y W.G. Burton (1988), *The History and Social Influence of the Potato*, Cambridge, MA, Cambridge University Press, USA.

Serageldin, I. (1999), "Biotechnology and Food Security in the 21st Century", *Science*, 285: 387-388.

Soto, D. y A. Lara (2000), "Servicios ecosistémicos de los bosques nativos", *Elementos de conservación biológica: Perspectivas latinoamericanas*, Primack R., R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo y F. Massardo, México, Fondo de Cultura Económica.

Southgate, D.D. (1998), *Tropical Forest Conservation: Economic Assessment of Alternatives*, Nueva York, Oxford University Press, USA.

Veblen, T.T. y F.M. Schlegel (1982), "Reseña ecológica de los bosques del sur de Chile", *Bosque*, 2: 73-115.

Vitousek, P.M. (1994), "Beyond Global Warming: Ecology and Global Change", *Ecology*, 75: 1861-1876.

Williams, N. (1998), "Agricultural Biotech Faces Backlash in Europe", *Science*, 281: 768-771.

Restauración ecológica y reproducción del arte

Andrew Light

Faking Nature (Imitando la Naturaleza) de Robert Elliot, representa uno de los más fuertes rechazos filosóficos realizados sobre los fundamentos de la restauración ecológica.[1] Aquí, y en una sucesión de trabajos defendiendo el ensayo original, Elliot argumentaba que la restauración ecológica, la práctica de restauración de ecosistemas dañados, era similar a la falsificación del arte. Así como una copia de una obra de arte no puede reproducir el valor del original, la naturaleza restaurada no puede reproducir el valor de la naturaleza original (concebida como una forma de valor intrínseco no-antropocéntrico). *The Big Lie* (La Gran Mentira) de Erik Katz, solidificó esta aclamación arguyendo más aún que cualquier cosa producida en un paisaje restaurado ciertamente no puede considerarse como poseedora del valor original de la naturaleza, particularmente de la naturaleza salvaje.[2] Quizás debido a que ambos trabajos basan

---

Dep. of Philosophy and Enviroments Studies, State University of New York, Bingnamtum. La traducción es de Olga Martín.

Este capítulo gira en torno de las ideas anteriores a la argumentacion que Elliot desarrolla en su libro titulado *Faking Nature* (Londres: Routledge Press,1998). Las ideas de Katz discuto de una manera más amplia en el texto *Ecological Restoration and the Culture of Nature: A Pragmatic Perspective*, que formará parte del libro *Restoring Nature: Perspectives from Social Sciences and Humanities*, editado por Paul Gobster and Bruce Hall (Washington.D.C: Island Press, 2000).

[1] Robert Elliot, "Faking Nature," *Inquiry* 25, 1982, pp.81-93. Todas las citas en este trabajo son de la reimpresion de "Faking Nature," en *Environmental Ethics*, ed. Robert Elliot (Oxford: Oxford University Press, 1995), pp.76-88. Las referencias a Elliot entre paréntesis serán de este trabajo.

[2] Eric Katz, "The Big Lie: Human Restoration of Nature", *Research in Philosophy and Technology* 12, 1992, pp.231-241.

sus afirmaciones en la defensa de una fuerte distinción naturaleza-cultura, los dos argumentos se agrupan frecuentemente como el rechazo Elliot-Katz del valor de la restauración ecológica.

En esta presentación revisaré los argumentos de Elliot y Katz enfocando la afirmación original de Elliot de que debe pensarse en toda restauración ecológica como similar a una falsificación de arte. Explícitamente rechazo este argumento para dar cabida a un análisis más detallado de los tipos de valores producidos en diferentes tipos de restauraciones. Mi argumento central será que existe material discutible dentro del esquema original de *Faking Nature* de Elliot, el cual puede utilizarse para separar dos clases diferentes de restauraciones. Este argumento requerirá una investigación de los argumentos de Mark Sagoff concernientes a la condición normativa de restauraciones de arte. Con esta distinción en mente podemos muy bien empezar a aclarar algunas de las inquietudes de Elliot y Katz.

"Faking Nature" comienza con la identificación de un tipo particular de restauración perniciosa —la restauración utilizada como razón para la destrucción de la naturaleza. Con esta afirmación, cualquier daño hecho a la naturaleza por humanos es en última instancia reparable a través de la restauración y por lo tanto no debería ser tomado en cuenta. Elliot llama a este punto de vista, la "tesis de la restauración". Elliot rechaza la tesis de la restauración a través de una analogía en la relación entre obras de arte y naturaleza, originales y reproducidas. Tal como nosotros no valorizaríamos una réplica de una obra de arte tanto como valorizaríamos la original, tampoco valorizaríamos una parte de naturaleza reproducida tanto como lo haríamos con el original, por ejemplo una parte de naturaleza salvaje. El caso de Elliot es persuasivo de que las dos clases de selecciones de valor son similares.

La fuerza de la analogía está estipulada en el argumento de que con el arte, así como con la naturaleza, nosotros dependemos de un entendimiento de sus orígenes para poder asignarle valor. Por ejemplo, Elliot nos pide que imaginemos un caso donde un constructor, quien necesita colocar tuberías subterráneas a través de nuestro patio trasero, pide que se remueva una pieza de escultura valiosa del patio. Pero debido a que la escultura es muy frágil no se puede mover. El constructor nos dice que no nos preocupemos, porque él reemplazará la escultura con una réplica exacta al terminar su trabajo. Nosotros rechazaremos la imitación por la original porque "valoramos la original como un objeto estético, como un objeto con un origen e historia específicos" (p. 80). De la misma manera, Elliot sugiere que valoricemos la naturaleza como un objeto con "un tipo especial de continuidad con el pasado". La restauración como intención de reproducir la naturaleza, particularmente tal como está motivada por la tesis de la restauración, falsifica la naturaleza original así como una reproducción de una obra de arte falsifica la pieza original. Particularmente en el caso de la restauración malévola en el corazón de la tesis de la restauración, esta analogía parece completamente apropiada.

Pero luego de aclarar esta aseveración inicial, Elliot sugiere que quizás todas las restauraciones, no sólo las incorporadas en la tesis de la restauración, son problemáticas, a través de una serie de ejemplos diseñados para promover el argumento de que la naturaleza tiene un valor bien definido y original. En los dos primeros ejemplos, un amante de la naturaleza salvaje llamado John es engañado deliberadamente para que crea que él esta experimentando la naturaleza salvaje. En ambos ejemplos está claro que cualquier valor que le queramos atribuir a la naturaleza, no se encontrará en ninguno de estos casos. Similar al ejemplo de falsificación de arte, la naturaleza imitada no es lo real. Pero en el tercer caso, John es llevado a un lugar que fue una vez una mina de explotación devastada. Luego de que el bosque fue destruido, la tierra destrozada, y los animales aniquilados o echados del lugar, se restauró el paisaje. "Árboles de las especies que crecieron allí antes de la devastación crecen allí de nuevo, y las especies animales han regresado" (p. 84). Pero como en los otros dos casos, Elliot mantiene que John ha sido engañado, "se le ha presentado menos de lo que él más valoriza," indicando claramente la creencia de Elliot de que en el fondo hay un problema con el valor de cualquier restauración. Esta aseveración es un poco confusa ya que Elliot nos asegura sólo dos páginas antes que algunos tipos de restauración son beneficiosas, o benévolas: "Transformar artificialmente un paisaje completamente estéril, ecológicamente arruinado en algo rico y más sutil puede ser algo bueno. Éste es un punto de vista muy compatible con la creencia de que reemplazar un ambiente rico natural con uno rico artificial es algo malo" (p. 82). Con esta evidencia conflictiva de la actitud de Elliot hacia la restauración parece que la única determinación de la condición de una restauración como "algo bueno" o "algo malo" es el juicio de las intenciones de los restauradores. De hecho, tan pronunciada es la descripción original del tipo malicioso de restauración en juego en la tesis de la restauración, que podemos derivar una distinción entre dos clases diferentes de restauración: (1) restauraciones maliciosas, tales como las descritas en la tesis de la restauración, y (2) restauraciones benévolas, o, aquellas orquestadas para remediar un daño hecho anteriormente a la naturaleza pero no ofrecidas como justificación para dañar la naturaleza. Las restauraciones benévolas, a diferencia de las restauraciones maliciosas, no pueden servir para justificar las condiciones que merecen su utilización. Si esta distinción se mantiene, entonces podemos aseverar que el objetivo original de Elliot no era toda restauración, sino sólo un tipo particular de restauración. Si esta aseveración es verdadera, entonces quizás es el caso de que las restauraciones benévolas no se ven disminuidas en valor por la analogía de arte de Elliot, y de hecho, pueden ser acertadamente más afines con la restauración de arte que con la falsificación de arte, o el reemplazo. Si es cierto, el ejemplo de la falsificación de arte tiene aplicación limitada. La analogía puede ser aplicada sólo contra una clase de restauración maliciosa con la cual podemos fácilmente estar de acuerdo en que debe ser rechazada. Entonces las formas benévolas de restauración deben ser filosóficamente defendibles como

preservaciones del valor natural, tal como las restauraciones del arte son preservaciones del valor artístico.

Pero la evidencia de que Elliot aceptaría esta distinción es confusa. Como hemos visto, los ejemplos de naturaleza salvaje de Elliot ocultan un escepticismo acerca del valor de cualquier tipo de restauración porque no puede reproducir la naturaleza original. ¿Existe alguna otra evidencia del compromiso de Elliot a esta crítica de toda restauración? Desdichadamente sí existe. Hacia el final de *Faking Nature*, la posición de Elliot sobre el valor de toda restauración se hace más clara. Reflexionando sobre su posición acerca de la importancia de un entendimiento cognoscitivo de la naturaleza para determinar su valor, Elliot ofrece la siguiente anécdota:

> Hay un grupo particular de serbales que había admirado por largo tiempo. Los árboles eran rectos y altos, de altura uniforme, ni muy apiñados ni muy espaciados. Luego descubrí lo que hubiese sido obvio a un ojo más experto, específicamente que el bosque de serbales había sido plantado para reemplazar al bosque original que se había quemado. Esto explicaba su uniformidad de tamaño, densidad, y lo demás: también cambió mi actitud hacia ese paisaje. [...] Saber que el bosque no es un bosque naturalmente evolucionado transforma mis sentimientos hacia él: Me hace percibir el bosque en forma diferente y asignarle menor valor que a los bosques naturalmente evolucionados (87-88).

Si la restauración de tal área no es tan valiosa como la naturaleza original, ciertamente desde el punto de vista de Elliot todas las restauraciones no pueden tener el mismo valor que la naturaleza original. Entonces en la versión de Elliot, la distinción que encuentro insertada en su trabajo entre restauraciones maliciosas y benévolas es una distinción sin una diferencia. Tal respuesta a mi distinción sería consistente con el trabajo posterior de Elliot defendiendo *Faking Nature*, el cual le resta importancia a la descripción original de la tesis de la restauración, favoreciendo una condenación más amplia de toda restauración basada en una distinción naturaleza-cultura más teóricamente sofisticada que la desarrollada en este artículo original.[3] ¿ Existen los recursos para preservar la distinción maliciosa-benévola de la restauración basándose en el fundamento teórico desarrollada en *Faking Nature*? Sí, pero este argumento necesita ser desarrollado cuidadosamente.

Podemos empezar intuyendo que seguramente la distinción entre naturaleza original y restaurada que entra en juego en el ejemplo del bosque de serbales es demasiado ordinaria para ser útil. Desde el punto de vista de Elliot, por ejemplo, ¿qué razones

[3] Vea por ejemplo Robert Elliot, "Extinction, Restoration, Naturalness," *Environmental Ethics* 26 2, Summer 1994; y "Ecology and The Ethics of Environmental Restoration," en *Philosophy and the Natural Environment*.

pueden ofrecerse para no derribar el bosque de serbales restaurado y reconstruirlo más tarde si no tiene ningún valor original en esta etapa? Elliot no ofrece una respuesta clara a esta pregunta. De hecho, si el bosque de serbales restaurado no tiene el mismo valor del original, y por analogía es entonces algo así como una falsificación, entonces ¿Por qué no reemplazarlo con otra falsificación? ¿ Qué distinguiría entre el valor de la restauración y el valor de la restauración de la restauración? Imagine un caso donde la restauración original fue realizada benévolamente hace cientos de años, que a través del tiempo llegó a ser integral a la prosperidad de la naturaleza original que la rodeaba. Si pensamos que podemos mejorar esta área de la naturaleza ¿sería esta nueva restauración permisible en una forma en que no lo sería el alterar la naturaleza natural alrededor del territorio anteriormente restaurado? En otras palabras, si desde el punto de vista de Elliot podemos discriminar entre el valor de la naturaleza natural y el valor del anterior trozo de naturaleza restaurada, ¿significa esto que debemos considerar que toda la naturaleza restaurada tiene la misma clase de valor, sin que de ello nos quede criterio alguno con respecto al valor de la naturaleza para decidir si se destruye la restauración antigua?

De nuevo, en el trabajo original de Elliot hay dos fuentes conflictivas para las respuestas a esta pregunta: por una parte tenemos la afirmación inicial de que los argumentos contra la tesis de la restauración están dirigidos contra esas afirmaciones maliciosas de que es permisible destruir la naturaleza porque siempre podemos reproducir su valor restaurándola luego. Supuestamente, este argumento significa que debe haber algún tipo de diferencia entre el valor de la naturaleza restaurada para reemplazar la naturaleza, y el valor de un terreno restaurado no reemplazado intencionalmente, al cual he denominado una restauración benévola. Por otra parte, el ejemplo de serbales de Elliot indica claramente que apenas sabemos que un terreno es el resultado de una restauración entonces presenta un valor muy diferente, específicamente menor, al de la naturaleza original. Con los primeros criterios tenemos en principio las herramientas para diferenciar entre distintas clases de restauración; con los criterios posteriores, todas las restauraciones entran en alguna categoría que las señala como menores en valor. Sin método aparente alguno de discriminación entre los diferentes niveles de valor menor implicados en el ejemplo de los serbales, existe entonces un conflicto entre estas dos versiones. La única manera de decidir entre estas dos versiones diferentes parece ser la de tomar la primera afirmación no como arguyendo en realidad que existe diferencia alguna entre los productos de restauración dependientes de las intenciones de los restauradores, sino sólo que dicha distinción puede realizarse con respecto al proceso de restauración. Aunque una clase de restauración sea motivada por mejores razones que la otra, ambos restauradores malicioso y benévolos aún producen algo que tiene la misma condición normativa, concretamente una afín a una falsificación de arte. Así, mientras que Elliot mantiene una distinción implícita entre proceso y producto en

su argumento, él no la desarrolla ni la utiliza para realizar distinción alguna entre distintas clases de restauración. Esto significa que el trabajo de Elliot no contiene recursos para diferenciar entre una restauración y una restauración de una restauración. ¿Pero tiene esto sentido a lo que intuimos acerca de los distintos valores de las diferentes clases de restauración?

Quizás una manera de diferenciar entre una restauración anterior y más integrada y un reemplazo menos integrado de esa restauración sería plantear algunos criterios por los cuales se pueda juzgar el valor de diferentes tipos de artefactos, un asunto que transciende el alcance del artículo de Elliot. Pero si esa es la única manera de diferenciar entre las dos clases de restauración, entonces los procesos naturales que entran en juego en cualquier restauración carecerían de importancia para la determinación de su valor. Aunque aquí no defenderé completamente esta afirmación, una base como ésta para evaluar el valor de las dos restauraciones parecería pasar por alto algo acerca del papel de la naturaleza en estos dos artefactos (por lo menos como serían descritos por Elliot). En el ejemplo de la antigua restauración integrada que ofrecí antes, esta restauración juega un papel crucial en el mantenimiento de los sistemas indiscutiblemente naturales que lo rodean —quizás ha llegado a ser un corredor importante para la vida silvestre entre dos áreas salvajes protegidas. A pesar de que ese papel sería decisivo para la preservación del valor de la naturaleza colindante con la restauración, esto no significaría que una explicación de las razones por las cuales no se altera el área antiguamente restaurada, o no se reemplaza con otro reemplazo, debería hacerse basada sólo en los términos del valor que la antigua restauración representa para esas otras áreas. Por encima de esto, diríamos que el trozo de naturaleza restaurada era un componente reconstituyente de un ecosistema más amplio. En este sentido entonces debería tener algún tipo de valor natural en sí mismo más allá de su valor instrumental. Y yo pienso que ese valor —que aquí representa el valor de la restauración original benévola— es más afín a una restauración de arte que a una falsificación de arte.

En comparación, imagine que tenemos una gran pintura que consiste de tres paneles separados. Debido al tamaño de la obra, para poder transportar esta pintura de un museo a otro tenemos que desconectar los paneles entre sí y luego armarlos de nuevo en el próximo lugar de exhibición. Digamos que en la última mudanza de esta pintura, el panel del medio fue colocado en otro camión para ser transportado al próximo lugar. En camino a la exhibición, el segundo camión con el panel del medio tiene un accidente y el panel resulta dañado. Afortunadamente el siguiente museo tiene un experto restaurador de arte quien es capaz de reparar hábilmente el panel dañado de manera que al colocar la pintura toda armada, ésta parece intacta. Ahora ciertamente, el panel del medio ha sido alterado y no conserva ya su valor original, al menos en los términos en que Elliot lo describiría; no es ya la misma pintura "ejecutada por un hombre con ciertas intenciones, en una cierta etapa de su desarrollo artístico, viviendo en un cierto

medio artístico" (83). Pero en un sentido por supuesto, es la misma pintura, sólo una que ha sido benévolamente restaurada a manera de preservar la unidad de la pintura total en tres paneles. ¿Cuál es el valor del panel del medio? Su valor restaurado es parasítico de su papel en la pintura completa; provee la continuidad de la obra al conectar los dos paneles exteriores. Ahora, si uno discute que este valor debe ser descrito como un valor instrumental al valor intrínseco de los paneles originales exteriores, entonces respondería que éste es un valor instrumental que el panel del medio siempre ha tenido. El panel central siempre aportó esta conexión entre los dos paneles exteriores, y nada acerca de su restauración luego del daño cambia en absoluto la función que desempeña el panel central. ¿ Pero el valor intrínseco del panel central se ve disminuido por su restauración? No lo creo. El valor de la totalidad de la obra debe asignarse a la pintura completa, no a los paneles individuales. Si tratáramos de separar el valor de un panel del de los demás, entonces la pregunta rogada sería por qué no separamos el valor de las partes individuales de la obra a través de una división más fina. ¿ Qué sucede si el panel tiene dieciséis cuadrados identificables? ¿Decimos entonces que cada cuadrado tiene un valor determinado independiente de la obra completa? Si es así, ¿entonces por qué no partes individuales de cada cuadrado; es más, por qué no las pinceladas individuales, y trozos individuales del lienzo que no contienen ninguna pintura? A este nivel la adjudicación de valor sería una tarea absurda, requiriendo distinciones difíciles de mantener concernientes a cómo decidimos a qué nivel de la obra deberíamos empezar a adjudicarle valor a la obra. En cambio le damos valor a la obra completa. Esto es, en efecto, consistente con los criterios más amplios que usamos para identificar el valor original de la obra, como Elliot lo identifica: la identidad de la persona que pintó la pieza, el hecho de que está en una cierta etapa de su carrera, y de que está trabajando en un *medio* más amplio. Si tomamos la obra como un todo, entonces ¿cuál es el valor de la obra en tres paneles una vez que el panel central ha sido reparado? Aunque puede haber ciertos criterios sobre los cuales podríamos determinar que su valor en el mercado es diferente, no creo que su valor original, como lo expresa Elliot, sea diferente en absoluto. Si de alguna manera el hecho contingente de la restauración cambia el valor original, o intrínseco, entonces otros hechos contingentes a la calidad total de la pintura deben ser tomados en cuenta también. ¿Qué pasa si la pintura estuvo almacenada por muchos años en dos sitios distintos, con los paneles exteriores mantenidos en mejores condiciones que el panel central? El panel central se ha enmohecido porque estaba almacenado en un lugar húmedo, y así su calidad con respecto a los otros paneles ha disminuido. Pero cuando es colocado junto con sus paneles acompañantes que estuvieron almacenados en un sitio fresco y seco, el valor original permanece igual aunque la calidad estética haya sido disminuida en cierta medida. Aquí el valor es el mismo, en un vago sentido, debido a un acto de omisión de tratamiento del panel central en vez de un acto de perpetración. Si esta acción fuera a afectar el valor original de la obra,

entonces contrariamente a los hechos, las diferencias más minúsculas posibles en e tratamiento de cada obra tendrían un efecto sobre el valor de la obra. Nuevamente diferenciar entre los distintos tratamientos de la obra para evitar esta simplificacio representaría un obstáculo filosófico extraordinario.

Regresando a la restauración. Si dijéramos que las restauraciones benévolas se como las restauraciones de arte —como la reparación del panel central en el ejemplo anterior— y si las restauraciones maliciosas fueran mas afines a falsificaciones de arte. entonces tendríamos una razón para argumentar que por lo menos las restauraciones benévolas no disminuyen el valor original de un trozo de naturaleza, especialmente cuando se observan en gran escala con la naturaleza que la rodea, la cual puede o no ser original. Si se da el caso de que la naturaleza restaurada ayuda a mantener el valor original del ecosistema más amplio original, entonces la restauración benévola es aún más valiosa —lo cual tomo como consistente con el concepto de Elliot sobre valor de la naturaleza. Quizás Elliot estaría de acuerdo tal como alega en otro trabajo posterior que cuando se trata de evaluaciones normativas de áreas mixtas de naturaleza y cultura mientras éstas sean más salvajes mejor. También, es nuestro juicio que tal restauración. como parte de un todo más amplio, conserva algo de la intuición válida de Elliot de que los orígenes de la naturaleza son importantes para una determinación de su valor. Pero como en el caso de las restauraciones de arte, las restauraciones benévolas no disminuyen el valor de la naturaleza y bien pueden añadir ciertas formas de valor a ciertas clases de naturaleza.[4]

Pero existen problemas con esta ecuación de la restauración benévola y la restauración de arte. Hace veinte años, Mark Sagoff publicó un artículo persuasivo en *The Journal of Philosophy* (La Revista de la Filosofía) sobre el valor estético de las restauraciones de arte.[5] Allí, Sagoff argumentó, utilizando principalmente el ejemplo de la restauración en el Vaticano de la *Pietá* de Miguel Angel, que no cualquier restauración de arte podía ser considerada como una restauración legítima de una obra. Sagoff distinguió entre restauraciones integrales —una restauración que "coloca piezas nuevas en lugar de fragmentos originales que se han perdido"— y restauraciones puristas —una restauración que "se limita a limpiar obras de arte y pegar de nuevo los fragmentos originales que puedan haberse caído" (p. 457). Después del ataque de 1972 a la *Pietá*, cuando un loco había golpeado la estatua quince veces con un martillo de nueve libras, rompiendo el

[4] Alaistair Gunn intenta este tipo de distinción entre restauración ecológica en analogía con la restauración de arte, pero equivocadamente piensa que es suficiente refutar completamente las afirmaciones de Elliot. Véase Gunn, "The restoration of Species and Natural Environments", *Environmental Ethics* 13:4, Invierno 1991, pp.291-130.

[5] Mark Sagoff, "On Restoring and Reproducing Art," *The Journal of Philosophy* LXXV: 9, Septiembre 1978, pp 453-470. Las referencias entre paréntesis de Sagoff serán de este trabajo.

brazo de la Madonna, tumbándole la nariz y rompiéndole trozos del velo y de un ojo, el Director del Museo del Vaticano, Profesor Roedig de Campos, tomó a cargo el esfuerzo de restituir minuciosamente, al grado que fuera posible, las partes rotas de la estatua y de restaurar integralmente lo que quedara, con un molde de yeso de la obra que había sido tomado previamente. Aunque no reproduciré aquí la totalidad del argumento de Sagoff, estoy convencido de que él está en lo cierto al concluir que el valor original de la *Pietá* como obra de arte se perdió una vez que la restauración integral fue iniciada (o quizás, una vez que ocurrió el daño, Sagoff es ambivalente en este aspecto). Si la restauración que propuse como hipótesis con mi pintura de tres paneles era una restauración purista, entonces podría diferenciarse exitosamente de una restauración integral sin rogar las preguntas contrarias a los hechos concernientes a los actos de omisión involucrados en la preservación de cualquier obra de arte. Las restauraciones integrales por otra parte no conservan el valor original, y según Sagoff, pueden disminuir, y hasta destruir ese valor.

¿Pero dónde nos deja esto con respecto a la naturaleza donde la mayoría de las restauraciones ecológicas parecen representar restauraciones integrales? Irónicamente, pienso que esto aclara una manera de distinguir diferentes clases de restauración mientras que quizás conduce a la desafortunada conclusión de que algunas clases de restauración benévola no pueden dejar de tener un tipo de valor diferente al de la naturaleza original que la precedió. Ambos, Sagoff y Elliot rechazan la corriente estética, una vez predominante, de que el conocimiento del proceso de producción de una obra de arte no es importante ni en la apreciación ni en el valor de la obra. Sagoff resume su objeción a esta opinión de esta manera: "nosotros valorizamos un objeto muy por encima de otro porque es el producto de un proceso diferente" (456). Antes argumenté que Elliot ofrecía una distinción entre proceso y producto en "Faking Nature" la cual no utilizó activamente. Pero visto a través del análisis de Sagoff del valor del arte, queda claro que la razón por la cual a Elliot no le gusta la restauración ecológica es que el producto es el resultado del proceso incorrecto. Es el resultado de un proceso no natural, específicamente de un proceso humano. Esta misma interpretación de proceso en el valor del arte imparte sustancia a la interpretación de originalidad de Elliot del valor natural. Lo que le otorga originalidad a un valor es el tipo de proceso que lo produce. En este sentido proceso y producto son distinguibles pero están normativamente ligados. Pero defender una distinción basándose en estos criterios de producto por un proceso, abre la puerta a mayor discriminación entre diferentes clases de procesos. Aun Sagoff admite que sería peor en el caso de la restauración de la *Pietá* en el Vaticano si el conservador del museo tratara de esconder del público el hecho de que la escultura ha sido restaurada. Utilizar una restauración para engañar al público es moralmente sospechoso y por lo tanto debe haber en esta interpretación del proceso una manera de diferenciar varios tipos de restauración.

Podemos insistir aún más en la analogía con el arte al considerar la posibilidad de que el Vaticano hizo el molde de la *Pietá* sólo para poder destruir la obra y hacer más fácil su transportación a otra parte del museo. Quizás el conservador quería llevar la pieza a la habitación contigua y descubrió que, debido a cambios estructurales en el edificio, la escultura ya no cabría por el marco de la puerta —quizás era justo una nariz demasiado grande. El conservador sacó entonces un molde de yeso de la escultura para poder tumbarle la nariz a la Madonna y hacer que fuera más fácil pasar la escultura por la puerta. El Papa, horrorizado al conocer el plan del conservador puso un paro a todo el proceso. Encontrando sus planes frustrados, el conservador tuvo que encargar secretamente a alguien para que le tumbara la nariz a la Madonna a manera de reorganizar el museo como él quería. En este caso una exhaustiva evaluación normativa del proceso de la hechura del molde de la *Pietá* debería ser entendida en el contexto de este plan perverso. Como las restauraciones maliciosas, el conservador loco estaba proporcionando los medios para una restauración integral en un modo que no sólo disminuía el valor del producto restaurado sino que creaba un resultado totalmente inaceptable. Claramente la diferencia de proceso entre el conservador loco y el conservador real nos proporciona una razón para diferenciar sus dos productos. Aunque, desgraciadamente, la restauración integral benévola no tiene ya el valor de la obra original. ¿Por qué? Porque la nueva obra, en el caso de la *Pietá*, no es más una obra de Miguel Angel sino una especie de obra en combinación con el conservador. Análogamente, los interesados en mantener que no existe una diferencia normativa entre la naturaleza original y la restaurada, no encontrarán satisfacción en esta atribución de valor original. Cualquier restauración integral de la naturaleza, aunque sea benévola, no puede tener el mismo valor de la naturaleza original. Aun así, tenemos ahora una razón para distinguir entre diferentes clases de restauración como mejores o peores. Regresando a mi ejemplo original, tenemos una razón ahora, utilizando el marco del artículo original de Elliot, para preferir una restauración más integrada y antigua a una más nueva.

Sin embargo, este argumento no significa que no existe un tipo de restauración que pudiera ser como una restauración de arte purista, y que por lo tanto complemente en vez de restarle valor, al valor original de la naturaleza. Para empezar, existen actos de restauración que son muy similares a las restauraciones puristas de las obras de arte: las limpiezas son los casos más obvios, pero los más interesantes involucran la activación de microorganismos existentes en los suelos que permiten esencialmente que la tierra se limpie a sí misma. No se ha producido "obra" nueva, pero se permite a los elementos suprimidos de la naturaleza que renueven sus funciones. Quizás más común sería una subclase de restauración purista a la cual podríamos denominar restauración "rehabilitante". Cuando las restauraciones atraviesan un área limpiándola de plantas exóticas que fueron introducidas en el sitio en algún momento, permitiendo ahora que las plantas autóctonas se restablezcan, entonces están actuando como lo harían los

restauradores puristas de arte al corregir la obra de un restaurador integral que hubiera trabajado antes que ellos. Si un restaurador, por ejemplo, removiera un complemento integral del siglo XVIII a una pintura del siglo XVI, entonces supondríamos que este acto rehabilitante es consistente con una restauración purista.

Por supuesto, en la práctica, las restauraciones no siempre son claramente una clase definida de restauración —integral, purista, rehabilitante— y cualquier lugar particular de restauraciones contendrá múltiples y sobrepuestas estrategias de por lo menos estos tres tipos de actividades. Entonces ¿cómo evaluamos las restauraciones? Reflexionando sobre este tema en este momento llego a dos conclusiones. Primero, tenemos que regresar al nivel en la escala en el cual valorizamos algo. Claramente la escala sí importa y el objeto de valor natural, al menos desde una perspectiva holista, debe estar al nivel del ecosistema. Debido a que un ecosistema no es algo que se pueda demarcar fácilmente —a diferencia de la nariz falsa de la Madonna en su cara original—, entonces es por lo menos más probable que las restauraciones sirvan de conductos para el valor original y no que sean descartadas como imitaciones o falsificaciones. Segundo, en la medida en que no necesitemos una distinción estricta naturaleza-cultura para criticar la tesis de la restauración de Elliot, entonces las bases sobre las cuales determinaremos el valor natural apoyándonos en una distinción entre lo restaurado y lo original no están claras. Las obras de arte son creaciones humanas, tal como lo son las restauraciones ecológicas. Si lo que determina el valor de una restauración como objeto no es su condición de objeto creado por un humano, sino su papel en sistemas naturales más amplios, entonces podemos fácilmente valorizar restauraciones a un nivel muy superior del que Elliot o Katz están dispuestos a admitir. Pero aun si importamos algún tipo de distinción entre valor humano y no humano en nuestra versión del valor de la restauración (porque las restauraciones son creaciones humanas), esas restauraciones que son benévolas, y en última instancia autosustentadas, por lo menos, deben estar un poco más cercanas a un valor original incluso que la restauración de arte más purista. La razón yace de nuevo tras la idea de Sagoff de que "el producto debe ser apreciado con relación al proceso" (p. 470). Si la motivación del proceso es parte del proceso mismo, en el sentido de Sagoff, y suponiendo que no existe un maestro artesano a quien le podamos atribuir la autoría de la naturaleza, entonces la restauración humana de la naturaleza debe tener muy alto valor en comparación con el valor original de la naturaleza. Los restauradores puristas buscarían iniciar la continuación de un proceso que había sido interrumpido en la naturaleza, y sólo tratarían de liberar procesos naturales que habían sido reprimidos artificialmente. Los productos de estos procesos no son sólo humanos —son también naturales en alguna medida. Puede que el valor de las partes restauradas de la naturaleza original difiera sólo en grado, más no en clase. Como tales, las restauraciones benévolas, como las restauraciones puristas de arte, no representan imitaciones, falsificaciones, o grandes mentiras.

¿Haciéndole un bien a la naturaleza? Ecofilosofía y la ética de la restauración ecológica

Sven Arntzen

La restauración ecológica (o del medio ambiente) se ha convertido en nuestros tiempos en la respuesta a las prácticas humanas que han demostrado ser nocivas al entorno natural. Según una definición ampliamente aceptada, la restauración es "regresar un sitio a su estado anterior, con la riqueza y diversidad de especies y las características físicas, biológicas y estéticas de dicho sitio anteriores al asentamiento humano y a las perturbaciones que lo acompañan" (Troop 1997, p.40; cfr. Posteriormente consideraré posibles modificaciones a esta definición). La restauración ecológica puede revestir muchas formas, las cuales van desde la reintroducción de especies de plantas y animales hasta la resurrección a escala total de ecosistemas. La restauración, independientemente de las formas que pueda revestir, está diseñada para ser una compensación por el daño ambiental y es así como se le justifica. Hay un cierto optimismo vinculado con la agenda de la restauración ecológica: lo que la tecnología ha destruido, la tecnología puede también repararlo. En verdad, la creencia en los poderes de la tecnología puede ser parte de la justificación de la destrucción ambiental. De acuerdo con la así llamada 'tesis de la restauración', cualquier pérdida de valor causada por la destrucción ambiental, por ejemplo la actividad minera en una cierta área, es sólo temporal; ella queda compensada mediante la recreación de algo de igual valor. (Elliot 1982, p.81).

Parecería que hay un cierto paralelismo entre la evaluación de la restauración y la evaluación de la preservación. Tomemos primero la preservación de la naturaleza: desde el punto de vista del ecocentrismo en la filosofía ambiental, la preservación es

Philosophy Department, Telemark College, Norway. La traducción es de Alejandro Tomasini Bassols.

ampliamente considerada como algo bueno. Es buena por cuanto es preservación del valor natural intrínseco, como la integridad ecológica de una región natural o su salud o sus características estéticas. De igual modo, desde el mismo punto de vista, parecería que la restauración ecológica es algo bueno por cuanto efectivamente es la restauración de un valor natural intrínseco. Como resultado de la restauración, un área natural puede reclamar su integridad o su salud o sus características estéticas.

No obstante y desde lo que parece ser un punto de vista ecocéntrico, los filósofos ambientalistas han criticado la restauración ecológica. Según Robert Elliot, la clase de restauración descrita en la tesis de la restauración es análoga a la falsificación artística, a la destrucción intencional de una obra de arte con algún propósito y a la posterior reparación o restitución de la obra (*e.g.*, la extirpación de una parte de una estatua por razones de transporte y la subsecuente reinstalación de la pieza o de algo que se ve exactamente como ella). Así como el valor de la obra de arte restaurada no es equivalente al valor de la obra en su condición original, así el entorno restaurado es menos valioso que el entorno previo a su manipulación (Elliot 1982). En un nivel más fundamental, Elliot ve la restauración como la infusión en el entorno de lo humano o lo cultural, que es no natural, para después hacer pasar el resultado como natural (Elliot 1982). Desde un punto de vista dualista de la relación entre el hombre y la naturaleza, Eric Katz ve el problema de la restauración ecológica como el problema del dominio y el control humanos sobre lo natural, cuyo resultado es un artefacto y, por consiguiente, no es natural (Katz 1997). Para Elliot y para Katz, hay una diferencia importante, éticamente relevante, entre la preservación y la restauración. Aunque la preservación de un área natural es un asunto de decisión humana y, por ende, el ejercicio en algún grado del control humano, de todos modos es la clase de decisión que garantiza la auto-determinación continua, la autonomía de una región natural. Preservar es proteger de la interferencia humana una continuidad causal en un área determinada. En otras palabras, la preservación es la protección de la naturaleza de la hegemonía o el dominio humanos y como tal debería ser valuada, en tanto que la restauración es hegemonía o dominio humano sobre la naturaleza. En efecto, la restauración, en concordancia con la tesis de la restauración, no es otra cosa que la destrucción de la naturaleza, asumiendo que el hombre y la naturaleza son esencialmente distintos.

En la clase de crítica presentada por Elliot y Katz se establece un punto significativo: la restauración ecológica (del medio ambiente) no es, y no puede ser, restauración de la naturaleza. Para ellos, no hay ninguna diferencia esencial entre, por una parte, la construcción de un dique o de una presa completamente nuevos, a los que se satura con peces, tanto de especies exóticas como de especies nativas de la región y, por la otra, la restauración ecológica. La presa construida es tanto como el producto de la restauración un ecosistema por derecho propio. La tecnología le permite a los humanos producir nuevos ecosistemas y no meramente influir en los ya existentes. Nos percatamos al

final de que, como acontece con los jardines, los ecosistemas no tienen en absoluto por qué ser naturales, inclusive si dependen de procesos naturales para su existencia continua.

En artículos recientes, Andrew Light, al comentar las consideraciones de Elliot, ha argumentado que la circunstancia o la motivación de la restauración es relevante para su evaluación. Él distingue entre "restauración malévola", la cual cae bajo la tesis de la restauración y por ello es parte de la destrucción de un área natural previamente no afectada, y la "restauración benevolente", llevada a cabo para corregir algún daño ambiental no intencional o imprevisto (Light, 1998). Las consideraciones de Light indican que la restauración ecológica puede ser buena, inclusive si uno acepta mucho de la argumentación de Elliot y Katz. La restauración ecológica es buena si ayuda a restablecer el estado de biodiversidad que una región tenía previamente a un daño ambiental no intencional e imprevisto. Pero una restauración así podría no ser naturalmente buena, de acuerdo con las consideraciones presentadas por Elliot y Katz.

En este artículo, discutiré una fundamentación filosófica alternativa para considerar y evaluar la restauración ecológica. Encuentro el marco para esta discusión en lo que ha venido a ser conocido como "ecofilosofía", desarrollada por los filósofos noruegos Arne Næss y Sigmund Kvaløy. En el núcleo de esta filosofía está la negación del dualismo hombre-naturaleza, la negación de que lo humano y lo cultural son esencialmente distintos de lo natural y necesariamente perjudiciales a ello. Desde esta fundamentación, consideraré la cuestión de si la restauración ecológica puede ser restauración de la naturaleza y de si entonces puede considerársele como naturalmente buena.

I. Ecofilosofía: los humanos en la naturaleza

Como lo sugiere el origen de la palabra, la ecofilosofía es la búsqueda de la sabiduría concerniente a la casa o el hogar global, *i.e.*, concerniente al medio ambiente y a todas las cosas que hay en él, tanto humanas como no humanas. La búsqueda misma sugiere que no se considera que hasta ahora dicha sabiduría se haya realizado en el trato de los humanos con la naturaleza. Y en parte la búsqueda se basa en un examen crítico de los modos tradicionales de lidiar con el medio ambiente natural. La ecofilosofía es la reconsideración de los enfoques de la naturaleza por parte de los humanos y de la relación de la cultura con la naturaleza en diversos niveles, el de la ontología, el de la ética y el del activismo ambiental.

Tal como lo hizo en Noruega a finales de los 60 y hasta los 80, la ecofilosofía se desarrolló como un movimiento para la preservación natural y ambiental. En general, la preservación de la naturaleza se entiende como la protección de regiones salvajes y de ecosistemas de los que están excluidas las actividades humanas, con la posible excepción

de leves actividades recreacionales (no motorizadas). De acuerdo con esta concepción, preservar el entorno natural y mantener la vida humana dentro de una región dada son dos cosas enteramente distintas e incompatibles. La industrialización acelerada de Noruega después de la Segunda Guerra Mundial exigió la construcción de diques en lagos y la transformación de ríos y cascadas con propósitos de hidroelectricidad, transformando con ello los paisajes y, en realidad, eliminando los ecosistemas. El movimiento que surgió en oposición a esto contribuyó a la comprensión de que no sólo se estaba amenazando a la naturaleza, sino también pequeñas comunidades humanas que habían existido durante siglos. Con el incremento del desarrollo, a la gente de dichas comunidades se les privaría de la base natural de sus vidas y actividades económicas, sobre todo de las así llamadas 'industrias primarias', la agricultura y la silvicultura. Esa gente, y la involucrada en el comercio y los servicios locales en estas comunidades, se verían forzadas a desplazarse a centros urbanos más grandes y a aceptar trabajos industriales y trabajos en los servicios con ellos vinculados. El movimiento ecofilosófico vio este desarrollo como una amenaza tanto para la naturaleza como para la cultura y, en la misma medida, como un desarrollo indeseable de la sociedad. (Reed & Rothenberg 1993, pp. 25-28). Para la ecofilosofía, por consiguiente, la preservación natural, además de ser la preservación de zonas salvajes, incluye la preservación tanto de la naturaleza como de la cultura, o de la cultura junto con la naturaleza. En muchos casos, la preservación de varios ecosistemas o paisajes es también la preservación de la diversidad cultural. En el nivel ontológico, esto comporta una reconsideración del dualismo del hombre y la naturaleza que usualmente se presupone para la concepción de la preservación natural como preservación de las regiones salvajes. Para la restauración ecológica, esto sugiere que inclusive si su resultado es artefactual, no por ello es ajeno o contrapuesto a lo natural. Además, la restauración no requiere que se eliminen por completo rastros de morada humana. La evaluación ecofilosófica de la restauración ecológica tendrá que caer entre su desmentido optimista como un aprieto tecnológico, por una parte, y entre su rechazo, fundado en el dualismo, por la otra.

La ecofilosofía contempla el mundo con todas las cosas que de manera natural se hallan en él, los humanos incluidos, como un todo complejo e integrado. El mundo es una entidad diversa. Su existencia continua requiere que todas las cosas que están en él, junto con sus características distintivas, se preserven. La existencia continua de un mundo así implica diversidad biológica natural y diversidad regional y cultural. La crítica ecofilosófica de la cultura occidental es que ha quedado demostrado que sus prácticas, el ejercicio del dominio y la manipulación humanos de la naturaleza, influyen en detrimento de estas clases de diversidad. Desde el punto de vista del mundo como un todo complejo e integrado, la ecofilosofía aspira a descubrir los valores y a formular las normas para la conducta de los miembros de este todo que sean moralmente capaces y responsables. Una ética ecofilosófica aspira a la integración de los humanos con la

naturaleza. Apela a los humanos para que éstos abandonen la actitud y el estilo de vida del dominio y la manipulación y para que adopten un estilo de vida que sea coherente con las condiciones de la propia naturaleza.

Desde el punto de vista de la ecofilosofía, hay una posibilidad conceptual de que la restauración ecológica equivalga a la restauración de la naturaleza, inclusive si en algún sentido es cultural y artefactual. Parte de la evaluación de la restauración es la determinación de si se trata en verdad de restauración de la naturaleza o al menos de algo análogo a lo que sería la restauración de la naturaleza. Para la ecofilosofía, la ética de la restauración ecológica requiere que se trate de la práctica de una actividad que sea consistente con el lugar de los humanos en el todo complejo e integrado.

II. La evaluación de la restauración

Hay diferentes clases de hechos o de características que pertenecen a diversas formas de restauración que son relevantes para su evaluación desde un punto de vista ecofilosófico. Se incluyen: *a)* las circunstancias de la restauración o las intenciones con ella, *b)* los niveles o grados (escala) de la restauración, y *c)* los propósitos de la restauración, *i.e.*, sus efectos buscados y previstos.

a) Las circunstancias de la restauración o las intenciones con ella

Este tipo de características ya fue mencionado en relación con la tesis de la restauración. La restauración promovida como reparación, y por ende como parte de la justificación del daño ambiental deliberado, es restauración con malas intenciones o, en palabras de Andrew Light, "restauración malévola". Desde el punto de vista de la ecofilosofía, esta diferenciación de intenciones con la restauración o de las circunstancias de la misma requiere ser matizada. Puede considerarse la plataforma ecológica de 8 puntos de profundidad, tal como fue formulada por Arne Næss, como parte de esta filosofía. El tercer punto de la plataforma es el enunciado de que "los humanos no tienen derecho de reducir [la] riqueza y la diversidad de [formas de vida] salvo para satisfacer necesidades vitales" (Næss, 1989, p. 29). {nota sobre el antropocentrismo y la ética ambiental}. El significado que se le debería adscribir a 'necesidades vitales' debería ser no sólo el de necesidades materiales básicas, sino las condiciones que deben satisfacerse para mantener una forma de vida, incluyendo en el caso de los humanos una forma cultural de vida. Podría estar en concordancia con el tercer punto de la plataforma el que una comunidad humana, enfrentada a una severa hambruna o a alguna otra clase de carencia, transformara un área natural en una de cultivo intensivo por medio de químicos que

actuarían en detrimento de formas de vida de las plantas locales. Si esta comunidad resolviera también restaurar las características naturales del área una vez superada la crisis, tendríamos un caso de restauración similar al descrito en la tesis de la restauración. (Un caso menos extremo, y no obstante similar a éste, es el de algunas formas de reforestación como parte o condición de las actividades de silvicultura). Pero difícilmente se podría llamar a esto 'restauración malévola'. Para el ecofilósofo, por lo tanto, la restauración diseñada para reparar algún daño o destrucción ambiental intencionales que no eran necesarios para satisfacer necesidades vitales, tal como Elliot las presentó en su discusión de la tesis de la restauración, es inaceptable. La restauración ecológica es aceptable sólo si es diseñada para corregir daño ambiental imprevisto o no buscado ("restauración benevolente") o si fue diseñada para corregir daño ambiental infligido para satisfacer necesidades vitales de los humanos.

b) Los niveles o grados de la restauración

Toda restauración depende de condiciones y procesos naturales, pero los proyectos de restauración pueden diferir con respecto a la magnitud de dicha dependencia. En un extremo, la restauración puede ser construcción y cultivo completos de un área. Dicha restauración es semejante a la jardinería. Quizá la principal diferencia sea que el jardín queda diseñado de acuerdo con un modelo concebido por humanos de un modo en el que no lo es el área restaurada, puesto que ésta pretende ser la recreación de algo que alguna vez fue. Y esta clase de restauración es análoga a las restauración artística por cuanto ella también es un esfuerzo por juntar todas las piezas y componentes al modo como originalmente estaban combinados de modo que la apariencia de lo recreado, el "producto final", sea como la del original. En el otro extremo está lo que podría llamarse la 'restauración mínima'. Una restauración así incluye formas de reforestación que comportan relativamente poca actividad o participación humanas, como la poda de plantas y árboles caducos para impulsar el crecimiento de la clase de hojas perennes que originalmente poblaban el área. Otro ejemplo es la reactivación de los suelos. Parece haber sólo una diferencia de grado entre lo que llamo 'restauración mínima' y, por ejemplo, detener la contaminación que causa lluvia ácida, permitiendo con ello que formas de vida naturales se regeneren y recuperen. Sólo en este segundo caso los humanos de hecho no hacen algo en el entorno natural o directamente a él.

Quizá ejemplos para ilustrar grados diferentes de restauración sean, por una parte, el de reintroducir en un área una especie de animales salvajes y, por la otra, el de permitir la migración de las especies de regreso a las áreas originalmente por ellas pobladas. Sospecho que en muchos casos la mayoría de los ecofilósofos rechazarían el primer enfoque y harían suyo el segundo. Para la ecofilosofía, el problema con la

restauración en el primer ejemplo, *i.e.*, la clase de restauración que se asemeja a la jardinería, es que implica el dominio y la manipulación de la naturaleza por parte de los humanos, separándolos con ello de lo natural. En cambio, al basarse en general en las condiciones y procesos naturales, la restauración mínima es la clase de restauración que permite la autodeterminación de la naturaleza, y en verdad depende de ella. Aquí el elemento de dominio y manipulación humanos está ausente. Puesto que la ecofilosofía rechaza esa clase de relación humana con lo natural, parece razonable pensar que para esta filosofía la restauración ecológica sólo puede ser aceptable si se funda en la autodeterminación de la naturaleza, en su autonomía, excluyen así la interferencia humana extensiva.

c) El propósito de la restauración

Finalmente, es posible distinguir entre clases generales de propósitos de la restauración que son relevantes para la evaluación de esta última: propósitos antropocéntricos y ecocéntricos. La restauración tiene un propósito antropocéntrico si se emprende en aras únicamente de los humanos. La visión de la naturaleza que subyace a la restauración con esta clase de propósitos es que la naturaleza es un recurso para que los humanos lo usen como juzguen conveniente. La reforestación con propósitos humanos, por ejemplo, no se ocupa del carácter y la condición originales de un bosque en cuanto tales, ni está comprometida con ellos. La recreación de lagos y presas y su almacenamiento únicamente para propósitos de actividades y recreaciones humanas es, en principio, indiferente a las condiciones de vida original del lugar. Quizá no haya una diferencia esencial, en lo que a propósitos atañe, entre estas clases de restauración y las medidas del National Trust en el Lake District de Inglaterra para restaurar y proteger Yew Tree Tarn de las destrucción causada por procesos geológicos naturales, a fin de hacer a su belleza permanente, asegurando con ello el aprovechamiento humano duradero. (Lee 1995). Una característica común es la falta de interés por la naturaleza misma, las condiciones y procesos propios de la naturaleza. Dicha restauración no impide la clase de interferencia humana en la naturaleza o su manipulación a las que se opone la ecofilosofía.

La restauración tiene un propósito ecocéntrico cuando tiene que ver con la aprehensión del carácter o las condiciones originales del entorno natural en cuanto tal. Un propósito ecocéntrico no requiere que se excluyan metas humanas en cuanto tales, sino sólo aquellas metas humanas que no estén integradas al todo natural complejo o que en algún sentido no sean congruentes con él. La recreación del hábitat para ayudar a preservar la vida salvaje bien puede ser restauración con un propósito ecocéntrico (en la medida en que el propósito último no es la caza deportiva, los safaris o el "eco-turismo"). Un caso relevante en este sentido concierne al esfuerzo para preservar la

población de tigres de Bengala, la selva de Satpura en la India, para restaurar y asegurar un hábitat suficiente. El gobierno de la India tiene un programa para desplazar a los pueblos indígenas, desproveyéndolos con ello de sus modos tradicionales de vida y de sus medios de existencia, para proporcionarle al tigre el hábitat que requiere. En primer lugar, la pérdida del hábitat en gran medida se debe al establecimiento en el área de plantaciones comerciales de teca y a otros proyectos de desarrollo, incluyendo la pera del Tawa. Supóngase que esos proyectos no son necesarios para satisfacer necesidades vitales. En ese caso, si para preservar la población local de tigres uno hubiera de elegir entre, por una parte, destruir las plantaciones y la presa y otros desarrollos humanos o, por la otra, expulsar a los pueblos indígenas, los cuales, se afirma, han seguido existiendo en términos compatibles con las condiciones naturales, la ecofilosofía optaría por la primera opción. Esto sería un caso de restauración con un propósito ecocéntrico, un propósito que también puede incorporar intereses humanos. Efectivamente, para la ecofilosofía la idea de expulsar comunidades humanas completas de regiones que son sus hogares tradicionales descansa en una concepción equivocada de humanos y de culturas como si fueran susceptibles de reubicación sin consideración por el entorno y las condiciones naturales que han sido parte en la conformación de sus identidades. Enfrentando las críticas que el Tercer Mundo hace de los ambientalistas occidentales (*e.g.*, Ramachandra Guha, 1989), Næss ha sostenido que la habitación humana o las actividades humanas no tienen por qué ser incompatibles con lo salvaje (y, por ende, con el hábitat de la vida salvaje). Sólo ciertos estilos de vida lo son, en especial los de los pueblos industriales occidentales. (Næss, 1955).

Algunos de los puntos que Arne Næss plantea en su discusión entre "ecología profunda" y "ecología superficial" (Næss, 1973) son relevantes para la evaluación ecofilosófica de restauración ecológica. La ecología superficial se ocupa del estado del ambiente en aras de la "salud y afluencia de la gente en los países desarrollados". La ecología profunda, viendo al mundo como un todo integrado, del cual los humanos son miembros, está comprometida con lo que Næss llama 'igualitarismo biosférico'. Éste es la concepción de que todas las formas de vida tienen el mismo derecho de florecer. El florecimiento y la protección de todas las formas de vida están en la raíz de los intereses ambientalistas de la ecología profunda. Para la ecofilosofía, una cuestión crucial para la evaluación de la restauración ecológica es si ésta tiene que ver con que se enfoque el medio ambiente meramente como la condición para la vida humana, estrechamente definida (ecología superficial) o que se enfoque el medio ambiente como la compleja diversidad de las condiciones de todas las formas de vida (ecología profunda). La restauración debería involucrarse con el segundo enfoque. Sólo entonces puede considerarse a la restauración ecológica como restauración de la naturaleza, entendiendo la naturaleza en un sentido que no cancela en absoluto el elemento humano. Los dos enfoques se pueden ilustrar mediante el programa de Noruega para salvar de la

destrucción por la lluvia ácida los lagos y sus poblaciones de peces, asegurando con ello la pesca continua. El enfoque de la ecología superficial consideraría que es suficiente soltar anualmente cal en los lagos y reabastecerlos con peces si es necesario, a fin de restaurar una población saludable. El de la ecología profunda podría muy bien comportar estas cosas, pero atacaría también el problema de la lluvia ácida en su raíz: la contaminación del aire y las condiciones y preferencias económicas que, si no se alteran o se controlan, permitirían que el problema se vuelva crónico.

A manera de resumen de la discusión de esta sección: es necesario (mas no suficiente) para el respaldo ecofilosófico de la restauración que ésta no sea parte de la justificación del daño o la destrucción ambiental, que sea mínima en cuanto a que propicia en gran medida la auto-determinación de la naturaleza y que sea ecocéntrica en sus propósitos.

III. Condiciones de la restauración

Katz, y en alguna medida Elliot, concibe la restauración negativamente por cuanto ésta no puede ser considerada restauración de la naturaleza. No se le puede considerar restauración de la naturaleza, porque es una actividad humana tal que el producto es artefactual y, por ende, no natural. Como he tratado de hacer ver, en lo que a la ecofilosofía atañe, un elemento humano o artefactual o cultural en la restauración no tiene en sí mismo por qué descalificarla como restauración de la naturaleza. Aquí podría ser útil distinguir entre los términos 'artefactual' y 'artificial'. En este contexto, el significado estándar de 'artefactual' es 'hecho por el hombre'. De acuerdo con algunas de sus definiciones de diccionario, 'artificial' significa 'pretendido' y 'forzado'. En el presente contexto, su significado incluiría 'pretendido y forzado por el hombre'. Parece razonable entender que Elliot y Katz sostienen que la restauración es artificial en este sentido. Pero no todos los artefactos son artificiales en este sentido. Se puede decir de los paisajes culturales, entendidos como partes de la naturaleza que presentan evidencias de la actividad humana, realizada tanto como sea posible en concordancia con la naturaleza (Frislid, 1990, pp. 10-11), que son artefactuales, pero no por ello son artificiales en el sentido relevante. Así, pues, es posible distinguir entre los proyectos de restauración cuyos resultados son artificiales (así como artefactuales) y aquellos cuyos resultados son artefactuales sin por ello ser artificiales. Los primeros comportan dominio y manipulación humanos; los segundos no tienen por qué hacerlo y, por lo menos en su mayoría, no lo hacen.

Pero esto no significa que cuando la restauración es artefactual y no artificial, y también "gentil" y "benigna", no es problemática desde un punto de vista ecofilosófico. La ecofilosofía es un **modo de ver las cosas**, así como un **modo de hacer cosas**. Y en ambos casos se toma como ideal o modelo a la naturaleza o a lo natural en toda su

complejidad. La cuestión es si la restauración ecológica, además de satisfacer las condiciones necesarias de su evaluación positiva discutida más arriba, puede adaptarse a dicho modelo para ver y hacer cosas. Éstas son condiciones suplementarias, quizá inclusive más básicas, de la restauración de la naturaleza.

La necesidad de restaurar un área natural o ecosistema no se percibe a menos de que el área o ecosistema haya sido sometido a una drástica interferencia o transformación por parte de los humanos. En años recientes, los ecologistas han enfatizado el carácter fundamentalmente dinámico de la naturaleza y de los procesos naturales. Y, por lo menos desde la obra de Darwin, tiene sentido hablar de historia natural, de evolución en el tiempo a través de etapas cualitativamente diferentes, de las formas de la naturaleza y de la vida. En concordancia con ello, un área natural o ecosistema, si no se ha interferido en ella de manera drástica, tiene una historia, un flujo histórico o continuidad causal (Elliot), la cual determina su carácter y su identidad actuales de una manera que es continua con su pasado. Los filósofos ambientalistas han distinguido entre cambio natural y algunas formas de cambio antropogénico. El cambio natural es usualmente lento o gradual. El cambio antropogénico, cuando es efectuado por medio de tecnología avanzada, es a menudo abrupto y violento (Leopold 1949; Callicott 1996). Cuando en un área los cambios causados o de alguna manera provocados por los humanos concuerdan con el cambio natural, el resultado es un paisaje cultural en el sentido mencionado más arriba. La influencia humana ha afectado el decurso natural, pero no lo ha cambiado abruptamente. Aquí la cuestión de la restauración no surge, inclusive si el carácter de la tierra se modificó drásticamente a lo largo del tiempo. Por ejemplo, no nos ocupamos de restaurar a su estado original de forestación los terrenos pantanosos de la ribera europea, causada por el prematuro corte de leña y por siglos de pastoreo de animales domésticos. Más bien, la cuestión de la restauración surge cuando la actividad humana ya equivale a una interrupción del flujo histórico del área natural o ecosistema.

En un caso así, la cuestión es si la restauración ecológica puede en absoluto ser restauración de la naturaleza. Hay un sentido en el que el área restaurada no puede ser natural, en la medida en que no es causal o históricamente continua con su relativamente distante pasado. Parecería que el área restaurada no puede ser la misma, no puede poseer el carácter y la identidad que habría tenido si no hubiera sido sometida a la drástica interferencia o trasformación humanas. Quizá haya una forma de responder a esta pregunta. Una analogía posible es la de restaurar una comunidad o sociedad humana de un cambio devastador o transtornador. Si una sociedad, su forma de gobierno, sus instituciones, etc., puede recobrarse de semejantes cambios y con ello reasume su vida dinámica y sus procesos sociales, hay un sentido en el que se le puede considerar como la misma sociedad que la que existía previamente a los trastornos. Además, algunos cambios naturales son súbitos y violentos, de modo que un nivel local o regional exhibe las características de los cambios antropogénicos violentos, a saber, los cambios causados

por los así llamados 'cambios naturales', como los huracanes y las erupciones volcánicas. Usualmente, la tierra y sus formas de vida pueden recuperarse de tales ocurrencias. En ese caso, es la misma tierra, o la misma comunidad natural si se prefiere, tal como existía previamente a estos acontecimientos. Quizá se pueda considerar los transtornos naturales como parte de la historia natural de un área o ecosistema, con tal de que se permita que se recuperen por sí mismos. De igual modo, se podría considerar que las interferencias antropogénicas transtornadoras, sometidas a algunas condiciones, son parte de la historia natural de un área. Una diferencia es, claro está, que desde el punto de vista de la ecofilosofía, el transtorno antropogénico **no debería** ocurrir, salvo para satisfacer necesidades vitales, en tanto que el transtorno natural **sí** sucede.

Podría haber todavía un problema de historia con la clase de restauración que comporta la replantación, el volver a abastecer de peces, etc. Los biólogos y los ecologistas han llegado a ver la diversidad natural y biológica de modo que incluyen la diversidad genética. El carácter original de un área consiste en parte en el carácter genético de sus formas de vida originales. Es probable que la restauración de especies a un área sea la introducción de individuos con un carácter o maquillaje genético que difiere del de los residentes originales. En ese caso, hay un problema con la continuidad histórica o causal. Dada la tecnología actual del gene, se pueden quizá recrear los "genes desaparecidos". Sin embargo, ello parece comportar el dominio y la manipulación humanos que es lo que ante todo la ecofilosofía rechaza. Además, ello no establecería la continuidad causal relevante.

La restauración ecológica requiere del conocimiento de la historia natural y de las condiciones y procesos naturales de un área dada. Una restauración requiere que se haga un uso o una aplicación apropiados de este conocimiento. Como fue indicado previamente, algunas formas de restauración son el ejercicio del dominio y la manipulación humanos sobre la naturaleza que tradicionalmente han caracterizado los enfoques occidentales de la naturaleza. Para la ecofilosofía, tal dominio y manipulación han también caracterizado los enfoques occidentales de la naturaleza en un nivel teórico. Desde sus primeros inicios, la empresa filosófica ha consistido en comprender la naturaleza y las cosas en ella en los términos abstractos de meros concepto y principio, que son los objetos del intelecto o la razón únicamente. Con ello, la filosofía se alejó de la naturaleza tal como ésta realmente existe, en su diversidad sensible. (Hargove 1989, p. 22). Sócrates es ya parte de una bien establecida tradición cuando, según el testimonio de Platón, enuncia que "los árboles y el campo abierto no me enseñarán nada, en tanto que los hombres de la ciudad sí" (Platón 1961, 230d). En la filosofía y la ciencia occidentales subsecuentes, el enfoque predominante respecto a cómo conocer la naturaleza ha comportado la sumisión de ésta a los modelos y conceptos preconcebidos de la razón humana. La confirmación filosófica de esto es el "giro copernicano" de Kant. Es probable que un "conocimiento de la naturaleza" así, ejemplificado en la

experimentación bajo condiciones idealizadas y con la matematización de las características naturales, pase por alto y se despreocupe de aspectos y cualidades cuyo conocimiento es necesario para la restauración de la naturaleza.

Un modo alternativo de conocer la naturaleza, si ello es en absoluto posible, es el así llamado 'enfoque mimético' de la naturaleza. Se trata de la clase de aprendizaje, una apertura a los impulsos sensoriales, que mueve o fuerce al intelecto cognoscente a que de alguna manera se acople a los fenómenos naturales (Abram 1995). En términos históricos, el enfoque mimético es el giro pre-copernicano. Tiene algunas fuentes en la filosofía de Occidente, particularmente en Aristóteles, quien ve el intelecto humano como imitando los modos que tiene la naturaleza de hacer las cosas, como en gran medida dedicado a imitar y a la actividad productiva humana como su puesta en práctica, (Aristóteles 1941, 119 a-b). Parecería que la restauración ecológica, para que sea restauración de la naturaleza, debe requerir un enfoque mimético de la naturaleza, en términos tanto del aprendizaje como de la aplicación de lo que se aprende. Dada esta condición, un problema con la restauración es que la clase de aprendizaje que comporta impulsos sensoriales de la naturaleza la presencia de ello, o de algo muy similar, a partir de lo cual se supone que aprendemos. Algunos proyectos de restauración podrían ser tales que no fuera ello el caso. Una analogía con el lenguaje podría ayudar a explicar esto. Un lenguaje hablado es, de muy diversos modos, diferente del lenguaje en su forma escrita. El lenguaje hablado comporta formas de decir cosas, matices de entonación o énfasis, que el lenguaje escrito no puede del todo capturar o expresar. Se aprende el lenguaje hablado por imitación, no leyendo explicaciones escritas detalladas acerca de cómo se habla, etc. Supóngase que desaparece el último hablante del lenguaje y que no quedan grabaciones del lenguaje hablado. El lenguaje ciertamente existe en la forma escrita, junto con la descripción detallada de cómo se hablaba. No obstante, no se puede plenamente restaurar el lenguaje hablado, puesto que el elemento de imitación no está presente. Si la restauración ecológica como restauración de la naturaleza se somete a una condición similar, entonces puede haber algunos casos de restauración ecológica que no podrán pasar por restauración de la naturaleza.

IV. Observaciones finales

Cómo ya se mencionó, la ecofilosofía busca atrapar el mundo como un todo complejo integrado. Todas las cosas que se conjugan en este todo son ellas mismas entidades dinámicas integradas en complejas relaciones recíprocas y dinámicas. Si ésta es la realidad en la que nos encontramos, es crucial para el ecofilósofo que la reconozcamos y la enfoquemos como tal. En relación con esto, Sigmund Kvaløy distingue entre "complejidad" y "complicación" como dos modos de ver el mundo. (Kvaløy 1993, pp.

122-24). La complejidad es "la dinámica, irreversible, auto-gobernada, orientada a metas, fértil en conflictos multiplicidad de la naturaleza ...". La complicación es "el estático, reversible, gobernado desde fuera, intrincamiento estructural estandarizador de la máquina". La complejidad es holística: la totalidad es más que el mero agregado de sus partes y tiene cualidades que la colocan por encima y más allá de éstas. La complicación es atomista: la totalidad no es más que el agregado de sus partes. Quizá sea innecesario decir a estas alturas que la ecofilosofía ve el mundo, incluyendo la relación entre la naturaleza y la cultura, como complejidad. La realidad de las máquinas no puede negarse, por lo que la complicación es parte de la realidad total, pero no de la esencia. Esta crítica filosófica de la filosofía y de las ciencias occidentales consiste en que éstas han llegado a ver el mundo como complicación y han llegado a valorar lo complicado por encima de lo complejo. Un ejemplo de esto es Descartes quien, en su *Discours de la Méthode*, prefiere el edificio diseñado por un arquitecto al diseñado por muchos, la ciudad diseñada y trazada por un ingeniero que a la que evolucionó generación tras generación, y el cuerpo de leyes promulgadas por un legislador al que se constituyó en el tiempo en respuesta a necesidades experimentadas (Descartes 1937, Pt. II). En lo que a la ecofilosofía atañe, la restauración debería observar y aspirar a la complejidad. Esto sugeriría que, siempre que fuera posible, la restauración revistiera la forma de lo que llamé 'restauración mínima', de manera que se le permitiera a la naturaleza en toda su complejidad determinar en última instancia el resultado. Hoy, construcciones enteras diseñadas para atraer turistas tienen la apariencia de la complejidad: "lluvias tropicales" en parques naturales y zoológicos, pueblos étnicos o del viejo mundo en parques de familia y parques de diversión, y pueblos "auténticos", sin poblaciones nativas de las regiones relevantes, en los puertos de escala del Caribe de cruceros y en destinos turísticos mediterráneos. La ecofilosofía en la versión de Kvaløy tiene sólo una palabra para cosas así: 'pseudo-complejidad'.

Normas con sustento científico para la restauración ecológica

J. Baird Callicott

El primer paradigma científico en ecología, articulado por Frederic E. Clements en los primeros años del siglo xx [véase Clements, 1905, 1916], nos daba la siguiente imagen de la naturaleza:

> Cada región ecológica del mundo posee una "formación" natural de plantas —denominada "clímax" por Clements, pues estaba determinada por el clima— que él suponía que era estable. A las principales formaciones de plantas —bosques boreales, bosques tropicales, pastizales, etc.— Clements las llamó "biomas".

El clima se compone de dos gradientes principales: humedad y temperatura. En América del Norte, por ejemplo, el gradiente de humedad va de la zona de lluvias de la sierra hacia el Atlántico, en el Este; en el seco Suroeste, el clímax es una formación donde domina el cactus saguaro; un poco más al Oriente se encuentra la estepa con su hierba chaparra; más allá todavía, en la misma dirección, aparece la llanura poblada de hierbas altas; y del valle del Mississippi hacia la costa, están los bosques. De manera similar, el gradiente de temperatura determina el tipo de bosque, desde las maderas duras del Sur tales como el roble y el nogal, hasta las blandas del Norte como abetos y piceas.

De tanto en tanto, la formación de plantas en un bioma experimenta perturbaciones externas catastróficas: erupciones volcánicas, incendios, inundaciones, huracanes. Luego viene una serie de formaciones de plantas hasta que se reestablece el plantaje del clímax.

Traducción de Jorge Issa González.

Clements llamó "sucesión" a este proceso. Además, lo veía como una especie de desarrollo de organismos: una ontogénesis. Y pensaba que la formación del clímax era un superorganismo altamente integrado. La ecología es el estudio de su anatomía y de su fisiología.

El área de estudio de Clements fue la llanura de Nebraska justo en la época en que estaba siendo colonizada por los agricultores europeo-norteamericanos. Para él, ellos representaban una perturbación externa y artificial que no sólo destruía el plantaje del clímax, sino también alteraba y se adelantaba al proceso de sucesión de retorno al clímax. Así que desde este clementsiano punto de vista se manifestaba una clara distinción entre condiciones ecológicas "naturales" y "artificiales". La formación del clímax y las diversas etapas de la sucesión que conducían a él son naturales. Artificiales, en cambio, son las perturbaciones y sustituciones humanas de tales condiciones naturales.

La restauración ecológica clásica —quiero proponer— se apoya, implícitamente, en este paradigma ecológico clementsiano, hoy obsoleto. La norma natural, objetiva, para la restauración ecológica clásica es la formación del clímax para un bioma dado, la cual podría determinarse apelando a la situación en que se encontraba justo antes de haber sido "colonizado" (o "conquistado") por los europeos. Es cierto que ya había seres humanos en el hemisferio occidental (cuando menos desde 11 mil años antes), pero eran demasiado pocos y sus culturas (de la edad de piedra) demasiado primitivas como para tener un efecto ecológico considerable.

Además de destruir el clímax y alterar el proceso de sucesión, los europeos trajeron consigo una variedad de especies "exóticas", es decir, especies que habían evolucionado, natural o artificialmente, en otros lugares. De algunas de ellas —el trigo, por ejemplo—, el ganado vacuno y lanar fue su cultivador domesticado. Otras —como la carpa— no fueron domesticadas (esto es, artificialmente seleccionadas) ni cultivadas, pero sí introducidas en forma deliberada. Otras más —como la rata noruega— fueron introducidas inadvertidamente. De aquí que, además de las condiciones ecológicas naturales o prístinas, las especies nativas pasaran también a formar parte de la norma para la restauración ecológica, y las especies exóticas se convirtieran en un objetivo de erradicación.

La biogeografía, la ecología y la antropología contemporáneas han considerado problemáticas estas sencillas normas para la restauración ecológica.

El clima no se ha mantenido estable durante el holoceno. Por consiguiente, bosques, pastizales y desiertos lentamente han ido modificando su extensión [Davis, 1986]. Las perturbaciones locales han sido frecuentes, no excepcionales. Y una vez que una parte de un bioma ha sufrido alteraciones, la sucesión no sigue un orden inamovible transitando por una serie de formaciones de plantas distintas y predeterminadas, que son etapas intermedias, hasta llegar al clímax original [Pickett y White, 1985].

Más aún, el paradigma reduccionista alternativo, articulado por vez primera por Henry Gleason [1926], ha eclipsado el holismo clementsiano. A las formaciones de plantas ya no se les considera ahora como superorganismos altamente integrados, ni siquiera como comunidades bióticas tipológicas que, constituyendo unidades, aparecen y desaparecen; sino como agregados estocásticos de poblaciones (de especies) adaptadas a gradientes climáticos y edáficos similares. Como las especies se dispersan continuamente hacia nuevas áreas y desaparecen de sus viejas moradas, se mezclan y se juntan, aciertan y se equivocan —todo esto sin seguir patrones fijos—, se desdibuja la distinción clara entre especies nativas y especies exóticas.

Por último, el impacto del *Homo sapiens* ha sido significativo y ubicuo a lo largo de todo el holoceno. Geógrafos y antropólogos estiman hoy que la población aborigen del hemisferio occidental en la víspera del descubrimiento europeo era de 10 a 12 veces la calculada por los geógrafos y antropólogos coetáneos de Clements [Denevan, 1992]. En 1492, los biomas de Norte, Centro y Sudamérica eran un artefacto en la misma medida que sus coevos europeos —si bien un artefacto de otra clase [Gómez-Pompa y Kaus, 1992]. Así que la única masa de tierra importante que se encontraba en una condición estrictamente natural era la Antártida. En 1492, una de las poblaciones más numerosas del mundo residía en una de las ciudades más grandes y espléndidas de todo el mundo: Tenochtitlan, en el Valle de México. Otra de las ciudades más grandes, Kahokia, estaba ubicada apenas a unos 600 km del área en que Clements hizo su investigación a la vuelta del último siglo. Entre el "descubrimiento" de América por parte de los europeos y la "colonización" (o "conquista"), las enfermedades del Viejo Mundo redujeron las poblaciones indígenas en 90%, en lo que constituyó un decaimiento demográfico de proporciones sin precedentes [Denevan, 1992].

Como objetivo de la restauración, la situación que guardaba determinada parcela de tierra cuando personas con antepasados y hábitos culturales europeos pusieron sus ojos en ella por vez primera no es, por lo tanto, más que una fotografía instantánea en la siempre cambiante biogeografía de una zona donde el impacto humano es ubicuo. Quizá la restauración ecológica llegue a adaptarse a este hecho, en cuyo caso, se le podría comparar con la restauración arquitectónica y de automotores. Algunas personas tienen un peculiar afecto a cierto estilo arquitectónico del pasado y están dispuestas a hacer un gasto considerable de tiempo y energía restaurando edificios de ese periodo. Otras sienten una extraña afección por determinados automóviles antiguos y tienen disposición a invertir tiempo y energía considerables restaurándolos. De manera similar, nosotros los ambientalistas sentimos un peculiar cariño por los bosques viejos y las praderas de hierbas altas y estamos dispuestos a hacer un gasto considerable de tiempo y esfuerzo en la restauración ecológica. Empero, tal concesión le quitaría a la restauración ecológica su noble fundamento moral. Nosotros los ambientalistas creemos que el público en general debería sufragar el tiempo y la energía de los restauradores ecológicos

porque es lo debido. La restauración ecológica no es asunto de gusto personal —sentimos nosotros—, sino una cuestión de ética ambiental impersonal. Para que ésta sea una aserción justificada, es menester encontrar normas objetivas, no arbitrarias, para la restauración ecológica que sean consistentes con la biogeografía, la ecología y la antropología contemporáneas.

Un enfoque consistiría en cambiar el foco de atención de los esfuerzos de restauración pasando de la *integridad biológica* histórica a la ahistórica *salud del ecosistema*, es decir, de la composición de una comunidad biótica en el momento de la colonización (o conquista) a los procesos y funciones ecosistémicos normales [Karr, 1996]. En otras palabras, lo que podríamos proponernos restaurar no son éste y aquel conjuntos de especies que existieron en tal lugar en tal momento, sino la capacidad de la biota de estabilizarse y crear un buen suelo; de recuperar, retener y reciclar nutrientes tomándolos de la materia original; de filtrar y modular los flujos de agua en la superficie; de producir biomasa; de proporcionarle un hábitat a un variado conjunto de poblaciones animales relacionadas a través de enmarañadas redes alimenticias formadas por larguísimas cadenas alimenticias en cuya cima se encuentran los carnívoros longevos de cuerpo voluminoso. Cuando un ecosistema funciona de esta manera, se puede decir que está sano [Rapport, 1995].

Un ecosistema saludable podría carecer de integridad biológica, es decir, podría no reproducir una dotación poblacional particular de especies en las cantidades respectivas que alguna vez existieron en ese lugar [Karr, 1996]. De hecho, podría estar compuesto en parte, mayormente o incluso por completo de especies introducidas recientemente, algunas de las cuales se explotan con fines económicos o inclusive son seleccionadas artificialmente por el *Homo sapiens* de ascendencia o costumbres culturales europeas. Dado que un enfoque así es muy distinto de la restauración ecológica clásica tal como se concebiría y practicaría dentro de los parámetros del paradigma ecológico clementsiano, tal vez prefiramos darle otro nombre. Sugiero, por consiguiente, que no lo denominemos restauración ecológica, sino rehabilitación ecológica [Callicott *et al.*, 1999].

¿Podemos darle sentido a la restauración ecológica clásica dentro de los parámetros del paradigma gleasoniano (actualmente hegemónico en ecología) y a sabiendas de que las alteraciones ecológicas antropogénicas importantes no están causadas exclusivamente por el *Homo sapiens* con ancestros y/o hábitos culturales europeos? Yo creo que sí. Hacerlo implicaría dar significados operacionales a las distinciones natural-artificial y nativo-exótico.

Jay Anderson [1991] dota de un significado operacional a la primera distinción. Como no quedan áreas prístinas (áreas no afectadas en absoluto por seres humanos) en todo el planeta a fines del siglo xx, no es posible hallar hoy en día una situación completamente natural. En consecuencia, es un ideal y todas las condiciones reales se pueden expresar en términos de grados de aproximación o alejamiento de ese ideal. Las

mediciones de Anderson son: *1)* la medida en que cambiaría una comunidad biótica si se expulsara a los humanos: mientras menor fuese la transformación, mayor sería su carácter natural; *2)* la cantidad de esfuerzo cultural (energía y otros insumos) que se requiere para mantener un montaje artificial: a menor esfuerzo cultural, mayor naturalidad; y *3)* mientras más se parezca el montaje posterior a la colonización (o conquista) a la situación previa a la misma —no sólo en la composición de especies, sino en la abundancia relativa de sus poblaciones—, mayor es el grado de naturalidad.

La tercera de estas mediciones, desde luego, es problemática. Carecería de sentido en áreas del mundo —como China, Japón e Indonesia— donde no se dio la "colonización" (o "conquista", es decir, el establecimiento reciente del *Homo sapiens* de ascendencia y costumbres culturales europeas) (Presumiblemente, la restauración ecológica es una disciplina generalizable, que no se confina al neoártico, los Neotrópicos y Australia.) Adicionalmente, tal cual ya se señaló, tomar la situación ecológica de un área antes de la colonización (o conquista) como punto de referencia para medir la naturalidad pasa por alto el hecho de que el *Homo sapiens* sin ancestros ni hábitos culturales europeos había poblado América durante todo el holoceno desde el Estrecho de Bering hasta el de Magallanes y desde la Bahía de San Francisco hasta la de Guanabara, y que estos pueblos no europeos habían ejercido una considerable influencia ecológica, especialmente evidente en el centro de México, antes del declive de su población. De hecho, Paul S. Martin [1973] y Charles E. Kay [1994] caracterizan independientemente a estos pueblos como la especie clave. Martin sostiene que los seres humanos fueron responsables de la extinción de muchos animales en el hemisferio occidental en el límite entre el pleistoceno y el holoceno; y Kay piensa que, en la víspera de la colonización, los seres humanos redujeron artificialmente a cantidades insignificantes la población de grandes ungulados como el alce en esa región que, en el occidente de América del Norte, se ubica entre las montañas.

De hecho, la investigación de Kay en el Parque Nacional Yellowstone sugiere que hay una contradicción entre el primer y el tercer criterios de naturalidad de Anderson. De acuerdo con el primer criterio (qué pasaría si se excluyera a los humanos), la meseta de Yellowstone es más natural ahora que en la época en que se colonizó la región y se creó el parque. La creación del parque y el confinamiento de los indios a reservaciones redujeron en gran medida la influencia humana dentro del parque. Este hecho, combinado con la extirpación de los lobos, permitió la invasión de los alces; y tanto así que, en la actualidad, el sauce, el álamo temblón y el castor se encuentran todos diezmados y amenazados. Anderson tiene razón al hacer de la naturalidad un espectro de condiciones y buscar modos de especificar grados de naturalidad que se aproximen o se alejen de un ideal que no existe; empero, hay una contradicción entre dos de sus criterios. Además, la mayor aproximación a lo ideal (la efectiva eliminación de los humanos), en el caso de Yellowstone, parece conducir a una situación ecológica cada vez más inestable.

De hecho, si insistimos en el ideal de naturalidad —esto es, en la ausencia completa de toda influencia artificial— como norma para la restauración ecológica, se siguen consecuencias aún más extrañas. Michael Soulé [1990] se atreve a enunciarlas: "leones, felinos tipo onza, camellos, elefantes, caballos, antílopes cabra, yaks y osos de anteojos son especies nativas de América del Norte que desaparecieron muy recientemente. La reintroducción de estos grandes animales [...] representa la restauración de la gran megafauna paleomamífera del neártico." Según Martin [1973], los verdaderos descubridores del Nuevo Mundo provocaron la extinción de unos 30 géneros de mamíferos —un impacto ecológico mucho mayor al infligido por el hombre blanco—. De haber sido Colón el auténtico descubridor del Nuevo Mundo, la biota que él y sus sucesores habrían hallado sería muy distinta de la que realmente encontraron. La famosa expedición de Lewis y Clark remontando el Río Missouri y bajando por el Columbia, por ejemplo, bien podría haberles permitido hallar mamuts y mastodontes, así como alces y bisontes.

Considérese el caso del caballo. (La especie) *Equus* evolucionó en América del Norte, se extendió del Nuevo al Viejo Mundo durante el pleistoceno y luego la caza, aparentemente, la llevó a extinguirse de su lugar de origen evolutivo (es uno de los 30 géneros que, según Martin, fueron aniquilados por los lanceros de Clovis que invadieron el continente americano hace más o menos 12 000 años [Simpson, 1956]). El caballo fue reintroducido en el Nuevo Mundo hace unos 500 años por los europeos, más en particular, por los españoles. Entonces, ¿es el caballo una especie nativa restaurada o bien una especie exótica invasora? Si aceptamos la tesis de Soulé, se trata de una especie nativa restaurada. Sin embargo, desde una perspectiva restauracionista clásica —en la cual la norma es la situación previa a la colonización (o conquista) europea—, el caballo constituye una especie exótica invasora.

Reed Noss [1990] observa con tino que "los términos 'exótico' y 'nativo' son relativos, dependientes (temporal y espacialmente) de una escala y más o menos tan ambiguos como cualesquier otros de nuestro vocabulario de la conservación (con la sola excepción, quizá, de la palabra 'natural')". Si son relativos y dependientes de una escala, ¿con escalas de qué rango espacial y temporal deberían ligarse?

Soulé asume implícitamente que una escala espacial continental y una escala temporal evolutiva geológica son las apropiadas para distinguir entre especies nativas y exóticas y, en consecuencia, para establecer normas que regulen la restauración ecológica. Con estas escalas, no sólo el caballo, sino también el garrapatero con cabeza color marrón (un parásito de los nidos confinado históricamente al área de transición entre las praderas y los bosques del centro de los Estados Unidos) sería una especie nativa en *todas* las ecorregiones de América del Norte. No obstante, la escala espacial continental y la escala temporal evolutiva geológica asumidas por Soulé parecen inapropiadas en relación con la restauración *ecológica*.

La restauración ecológica —me parece a mí— debería ajustarse a la escala temporal y a la escala espacial de los procesos ecológicos, no a la escala temporal (mucho más lenta) y a la espacial (mucho más extensa) de la evolución. Las verdaderas escalas espaciales de la ecología son cosas como los "grandes ecosistemas (del tipo que se quiera)" que están determinados por las proporciones locales de las especies residentes más numerosas; las cuencas interconectadas, grandes o pequeñas; los paisajes; las parcelas; y los microhábitat. Las verdaderas escalas temporales de la ecología se hallan determinadas por cosas como regímenes de perturbación: el ciclo catastrófico de huracanes, que ya se prolonga por 200 años, en grupos de cuencas del Pacífico Noroccidental; el catastrófico ciclo de incendios (de un siglo ya) en grupos de cuencas ubicadas entre las montañas occidentales; el catastrófico ciclo de inundaciones de los últimos 100 años en el valle del Mississippi; el ciclo de sequías de estos 11 años en el llano estacado de Texas; los ciclos anuales de lluvias y temperatura; etc. Las escalas espaciales ecológicas se miden en hectáreas, no en kilómetros cuadrados; y las escalas temporales ecológicas se miden en siglos, décadas, años y meses, no en milenios.

Volvamos ahora a la cuestión de si el caballo es una especie nativa o exótica en el continente americano. *Equus*, aunque probablemente víctima del exterminio de origen cultural que tuvo lugar hace 10 000 años en el neártico, se vuelve, desde un punto de vista ecológico (ya que no desde la perspectiva de la evolución), una especie exótica —*pace* Soulé— al ser reintroducida hace 500 años. Luego de las grandes extinciones antropogénicas que se dieron en el paso del pleistoceno al holoceno, se mantuvieron en el continente americano interacciones ecológicas relativamente estables entre las especies sobrevivientes, incluyendo al *Homo sapiens*. En otras palabras, el *Homo sapiens*, habiendo arribado al hemisferio occidental en calidad de especie exótica nociva y enclenque, se naturalizó y a la larga llegó a fungir como la especie clave. Organizaciones dinámicas pervivieron entonces durante siglos en diversas etapas sucesivas, alteradas de manera periódica por la actividad de los volcanes, del viento, por inundaciones y por incendios de origen natural y cultural; y cambiaron gradualmente en su composición merced a ocasionales adiciones o sustracciones de especies, amén de que se desplazaron al Este y al Oeste, al Norte y al Sur, respondiendo a fluctuaciones climáticas.

Consideradas ecológicamente, la conquista y la colonización europeas representan un nuevo conjunto de alteraciones —labranza, pastoreo, deforestación, fragmentación del paisaje, y ahora, más recientemente, pavimentación y contaminación con sustancias químicas sintéticas—, todas las cuales operan en escalas temporales y espaciales que rebasan los límites de tolerancia de los equilibrios ecológicos del holoceno [Pickett y Ostfeld, 1995]. En una palabra, las alteraciones del *Homo sapiens* aborigen —principalmente, la horticultura en pequeñas parcelas, los incendios por causa humana y la depredación cultural— se vieron *incorporadas* a los equilibrios ecológicos del Nuevo Mundo durante el holoceno. En este sentido, eran naturales. Las del *Homo sapiens* de

ancestros y hábitos culturales europeos no han sido incorporadas todavía, y, dada su rápida escala temporal y su amplia escala espacial, probablemente no podrán ser incorporadas jamás. Por consiguiente, la situación ecológica inmediatamente anterior a la "colonización" (o "conquista"), bien que sustancialmente moldeada por la influencia humana, era natural. Es decir, después de todo, las alteraciones humanas previas a la colonización (o conquista) tienen, en consecuencia, sustento científico como normas objetivas para la restauración ecológica. Podrían darse argumentos semejantes a propósito del Viejo Mundo y de aquellas partes del Nuevo que estuvieron densamente habitadas por aborígenes civilizados (tales como los mayas y los aztecas) para, análogamente, considerar natural la agricultura vernácula (milpas, chinampas). Así, la restauración ecológica en el Viejo Mundo y en el centro de México podría dirigirse a restaurar el paisaje agrario de una era pasada. Si esto tiene sentido, la restauración ecológica podría ser una disciplina completamente generalizable y aplicable en partes del mundo que no experimentaron un trastorno ecológico con la reciente conquista y colonización debida al *Homo sapiens* de ascendencia y costumbres culturales europeas.

Bibliografía

Anderson, J. E. (1991), "A Conceptual Framework for Evaluating and Quantifying Naturalness", *Conservation Biology*, 5: 347-352.

Callicott, J. B., L. B. Crowder y K. Mumford, (1999), "Current Normative Concepts in Conservation", *Conservation Biology*, 13: 25-35.

Clements, F. E. (1905), *Research Methods in Ecology*, Lincoln, Nebraska, University Publishing Company.

Clements, F. E. (1916), *Plant Succession: An Analysis of the Development of Vegetation*, Carnegie Institution (texto núm. 290), Washington, D. C.

Davis, M. B. (1986), "Climate Instability, Time Lags, and Community Disequilibrium", en J. Diamond y T. J. Case (comps.), *Community Ecology*, Nueva York, Harper and Row, 269-284.

Denevan, W. M. (1992), *The Native Population of the Americas in 1492*, University of Wisconsin Press, Madison.

Gleason, H. A. (1926), "The Individualistic Concept of the Plant Association", *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 53: 1-20.

Gómez-Pompa, A. y A. Kaus (1992), "Taming the Wilderness Myth", *Bioscience*, 42: 271-279.

Karr, J. R. (1996), "Ecological Integrity and Ecological Health are not the Same", en P. Schultz (comp.), *Engineering within Ecological Constraints*, Washington, D. C. National Academy Press.

Kay, C. E. (1994), "Aboriginal Overkill: The Role of Native Americans in Structuring Western Ecosystems", *Human Nature*, 5: 359-398.

Martin, P. S. "The Discovery of America", *Science*, 179: 969-974.

Noss, R. F. (1990),"Can We Maintain Biological and Ecological Integrity?", *Conservation Biology*, 4: 241-243.

Pickett, S. T. A. y R. S. Ostfeld (1995), "The Shifting Paradigm in Ecology", en R. L. Knight y S. F. Bates (comps.), *A New Century for Natural Resources Management*, Washington, D. C. Island Press, 261-277.

Pickett S. T. A. y P. S. White (1985), *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*, Nueva York, Academic Press.

Rapport, D. J. (1995), "Ecosystem Health: More than a Metaphor?", *Environmental Values*, 4: 287-309.

Simpson, G. G. (1956), *Horses: the Story of the Horse Family in the Modern World through Six Million Years of Evolution*, Nueva York, Scribner.

Soulé, M. E. (1990), "The Onslaught of Alien Species and Other Challenges in Coming Decades", *Conservation Biology*, 10: 233-239.

Desde el preservacionismo hasta la revolución verde y ecología profunda: una aproximación a la nostalgia imperialista en ambientalismo contemporáneo

Witold R. Jacórzynski

1. Introducción

En un ensayo bien conocido por antropólogos y científicos sociales contemporáneos e incluido en su libro *Cultura y verdad*, Renato Rosaldo escribe:

> La nostalgia de los imperialistas gira alrededor de una paradoja: Una persona mata a alguien y después le guarda luto. De una forma más atenuada, alguien altera a propósito una forma de vida y después lamenta que las cosas ya no sean como antes. De manera más remota, una persona destruye su medio ambiente y después rinde culto a la naturaleza. En cualquiera de sus versiones, la nostalgia imperialista emplea una pose de 'anhelo inocente', tanto para capturar la imaginación de la gente como para esconder su complicidad con la dominación a menudo brutal.[1]

En este pasaje el autor expresa sus dudas sobre algunas versiones del ambientalismo contemporáneo aludiendo al origen de la nostalgia. En el presente artículo me gustaría investigar el alcance de dicha tesis y aclarar tanto sus ventajas como desventajas. Pienso que tanto el ensayo como el pasaje citado no sólo es revelador en sí mismo, sino que

CIESAS Sureste
[1] Rosaldo, 1991:72

además nos permite explicar en parte la proliferación de las éticas ambientales ecocéntricas que nacieron y maduraron en el seno de la tradición cultural de Occidente y de sus conceptos de naturaleza. Por otra parte, la tesis de Rosaldo tiene sus límites, que espero indicar más adelante. Empecemos con una primera aproximación a la idea central del autor de *Cultura y verdad.*

Para empezar, el profesor Rosaldo ofrece varios ejemplos de un fenómeno cultural que él llama 'nostalgia imperialista', esto es, un sentimiento de añoranza de los occidentales por lo que su propia civilización ha destruido. La definición etimológica del concepto de nostalgia expresa su vínculo fuerte con la dominación, la conquista y las relaciones de poder. El término 'nostalgia' data de finales del siglos XVIII, cuando un físico sueco lo forjó a partir de dos palabras griegas, *viz.*, *nostos* (regreso a casa), y *algos* (una condición dolorosa para referirse a las condiciones patológicas de la añoranza entre los mercenarios suizos que luchaban fuera de su país). Los síntomas de nostalgia entre éstos incluían abatimiento, melancolía e inestabilidad emocional, por ejemplo frecuentes ataques de llanto, anorexia, un desgaste generalizado e intentos de suicidio. Hoy en día la nostalgia se presenta junto con un sentido de misión civilizadora de los pueblos "salvajes". La civilización occidental valora y cree en un progreso constante y lineal, aprecia innovaciones, diversidad, cambio para anhelar después "mundos más estables, ya sea que residan en nuestro propio pasado, en otras culturas o en la fusión de dos".[2] Entre las manifestaciones de la nostalgia imperialista se encuentran entes ontológicamente muy diversos: películas que gozan de una popularidad enorme entre los públicos occidentales (estadounidenses y europeos), como *Heat and Dust*, *A Passage to India*, *Out of Africa*, *The Gods Must Be Crazy*, muestran una inclinación por las culturas "primitivas" por parte de los agentes del colonialismo: los misioneros, los oficiales, los guardias civiles, la idea de reverencia que los miembros de la civilización occidental brindan a la naturaleza. En la segunda parte del ensayo, Renato Rosaldo investiga el tema a fondo sirviéndose de los ejemplos concretos de sus experiencias en la administración colonial en Filipinas con misioneros, policías y antropólogos tradicionales. Ahora bien, nosotros tenemos que detenernos aquí y volver a la cita principal que vincula la nostalgia con el ambientalismo. ¿Sería acaso cierto que una persona que primero destruye su medio ambiente "después rinde culto a la naturaleza"? Y si es cierto ¿por qué?

[2] Rosaldo, *idem*. 72-73.

¿Nostalgia o nostalgias?

A primera vista, la tesis que vincula la destrucción con la nostalgia suena poco convincente. El sentimiento de nostalgia es negativo y poco placentero y ello no sólo para los mercenarios suizos. X siente nostalgia por Y si y sólo si X sabe que Y ya no está a su alcance; X desea Y, pero por no poder satisfacer su deseo y obtener o lograr Y, X lo invade un sentimiento de anhelo, de deseo insatisfecho.

Esta definición es lo suficientemente amplia como para incluir varios tipos de nostalgia. Mencionemos dos casos comunes de nostalgia que no tienen ningún vínculo con el imperialismo. Viajeros que por razones económicas, políticas o existenciales decidieron vivir por mucho tiempo fuera de su lugar de origen la conocen en carne propia. *Voyager c'est morir un peu*, se dice en Francia. La persona que siente nostalgia, se encuentra en un estado liminal, transitorio. Allí no puede estar y quiere, acá puede estar pero no quiere. Extraña su casa, su aldea, su familia que ya no existe como él lo recuerda. Este es el caso del personaje ruso de la película *Nostalgia*, un porte parole del director Andriey Tarkowski. El personaje ruso de la película es un escritor atraído por la actitud de un extraño asceta, que siente la responsabilidad por el mundo y al final decide sacrificarse por la humanidad. Acompañado por la música de Beethoven se quemaría vivo. Empero, más que la relación entre el escritor y el asceta nos interesa la situación existencial del emigrante ruso. Es él quien busca la enseñanza, sueña sobre un mundo sin fronteras, sufre una enajenación total. Los recuerdos de Rusia traducidos en las imágenes vibrantes y majestuosas de Tarkowski se entretejen con una aura melancólica y triste que le acompaña a su alter ego en el viaje por los paisajes italianos. *Nostalgia* de Tarkowski es una historia sobre alguien que perdió su casa pero que no la destruyó, alguien que perdió su sombra pero no por culpa suya. Se trata de una visión alegórica de la cultura rusa, pero también de una cultura eslava enajenada y atrapada en un crisol caótico del mundo occidental capitalista, un mundo miserable y por lo tanto digno de ser salvado.

Este caso se asemeja a la nostalgia de un adulto que se da cuenta que perdió su niñez, su inocencia para siempre. Un adulto no destruye su infancia. La añora, porque su mundo, su hogar se perdieron por otras causas. Su nostalgia es de otra índole. Pocos testimonios sobre la infancia perdida tienen tanta carga filosófica y emocional como *El Principito*, de Antoine de Saint-Exupery. Es un cuento sobre mundos perdidos y una cadena de anhelos de todas "las personas mayores (que) fueron antes niños (aunque pocas de ellas lo recuerden)". El autor, "el mayor" anhela la niñez suya, un primer amor, una amistad, una vida útil y significativa. Esta vida esta simbolizada por un hombrecito que vino de un pequeño planeta buscando las enseñanzas y el contacto con otros. El Principito anhela su rosa, un amor de su vida por la cual se siente responsable, las cuarenta y tres puestas del sol que observaba en su planeta, piensa en un cordero

que se podía comer la flor protegida por tan sólo cuatro espinas. Añora, por fin, una muerte rápida del veneno de una serpiente amarilla. Leer *El Principito* en términos del sentido de culpabilidad sería un grave error, una interpretación de los "mayores": "Si alguien ama a una flor de la que sólo existe una en millones y millones de estrellas, es suficiente para sentirse feliz cuando mira a las estrellas. Se dice 'Mi flor está allí, en alguna parte'. Y si el cordero se come la flor, ¡para él es como si súbitamente todas las estrellas se apagaran! Y esto ¿no es importante?".[3]

El profesor Rosaldo se refiere más bien al caso de alguien que evidentemente destruye algo, se siente culpable por haberlo hecho e inconscientemente trata de expiar su culpa aludiendo al sentimiento nostálgico, esto es, a un intenso anhelo por lo ya pasado. La nostalgia imperialista se traduce en una tríada: destrucción - culpabilidad - anhelo. El problema central en hacer esta tríada inteligible es la identificación del sujeto. ¿Quién destruye, quién se siente culpable y quién anhela lo destruido? Para responder esta pregunta tenemos que regresar al comentario sobre ambientalismo entendido como nostalgia imperialista y definido como el rendimiento del "culto a la naturaleza". ¿Cómo hemos de entender el definiendum? ¿Quién rinde culto a la naturaleza? ¿Un sujeto singular o uno plural? ¿Es un sujeto lógico o más bien uno histórico? Un ejemplo citado por Rosaldo nos puede aclarar la cuestión. "En un manuscrito sobre la invención del apalache como una categoría cultural, el antropólogo Allen Batteau, por ejemplo estudia el fenómeno en una perspectiva histórica. Argumenta que durante la última década del siglo XIX, en tanto la frontera se cerraba, se codificó al racismo y la gente comenzó a divinizar a la naturaleza y a sus habitantes nativos americanos. Esta actitud de reverencia hacia lo natural propició al mismo tiempo que los estadounidenses intensificaran la destrucción de su medio ambiente y humano. Al mostrar cómo las nociones culturales sobre el apalache eran parte de una dinámica mayor, Batteau une este proceso de idealización de formas de sacrificio, donde la gente pintaba una línea entre lo profano (su civilización) y lo sagrado (la naturaleza) y así rindieran culto precisamente a lo que su proceso civilizador está destruyendo".[4] Este ejemplo no sólo nos ubica en un tiempo y espacio imaginado por los estadounidenses, sino que además muestra una relación nueva y reveladora: la nostalgia no sólo tiene su origen en la dominación y el imperialismo, sino que ella misma los promueve.

El ejemplo de Estados Unidos es extremadamente llamativo. 60 000 bisontes americanos tuvieron que ser exterminados para poder crear los primeros Parques Nacionales. Naturalmente, el exterminio de los bisontes fue el primer paso para el exterminio de las tribus nativas de las *Great Plains*. En tanto que el mito del buen salvaje ya se había

[3] Saint-Exupery, 1996: 38

[4] Rosaldo, *idem*. 74.

expandido en el noreste de los Estados Unidos, los soldados de VII regimiento de caballería masacraban a los indefensos Cheyennes en Sand Creek en 1864, a los Blackfeet en Montana en 1873, a los Minneconjou Lakota en Wounded Knee en 1890. La política del exterminio practicada con los indios norteamericanos continuó hasta los años treinta de nuestro siglo. Cuando todo se acabó, el ave de Minerva empezó a lanzar sus tristes miradas sobre los desolados campos de saqueo y masacre. Los indios, que ya no representaban ninguna amenaza, empezaron a ser vistos por unos cuantos como parte de la naturaleza y, por ello, como dignos de reverencia junto con ella (D.H. Thoreau), y mientras acataran la política de asimilación cultural podían gozar del estatus de hermanos menores bajo la protección de los "civilizados". Otros, no obstante, esto es, los conservacionistas, como John Muir, no vieron ninguna diferencia esencial entre la voraz civilización americana y las culturas indígenas. Las dos, según los conservacionistas, contribuían a la destrucción al medio ambiente.

La política de los norteamericanos hacia el mundo natural a finales del siglo XIX fue más consistente que hacia los indios. Aunque el interés por la naturaleza salvaje data de la época de romanticismo, no fue sino hasta finales del siglo XIX que surgió el movimiento conservacionista. No es de sorprender que este movimiento apareciera con más fuerza en los Estados Unidos. Ralph Waldo Emerson argumentaba que la naturaleza constituye un templo en el cual las personas pueden encontrar la fuente espiritual de la vida. Según D.H. Thoreau "Preservando la naturaleza, preservamos el mundo".[5] La experiencia estética de lo natural es un antídoto contra los males de la civilización. Viviendo en el bosque, cerca de Walden Pond en Massachusets durante dos años, Thoreau demostró a los estadounidenses que era posible despojarse de los bienes de lujo que se creían absolutamente necesarios. Desgraciadamente, fue esa una lección que se les olvidó tan pronto como se les dio. John Muir asimiló los presupuestos metafísicos de Emerson desarrollando una base para su Preservationist Ethics, una ética ecocéntrica. Según él, la naturaleza no sólo satisface las necesidades estéticas de los humanos, sino que además posee un valor en sí misma, independientemente de los intereses de los humanos. Dado que el mundo natural fue creado por Dios, destruirlo sería una muestra de desobediencia frente al Creador: "El universo sería incompleto- escribe Muir sin el más pequeño microscópico ser viviente que mora fuera del alcance de nuestra vanidosa vista y conocimiento".[6] El ecocentrismo de Muir lo hizo oponerse a la inclusión de los Indios Modoc al área del parque natural. La nueva ética adquirió su forma más madura en la obra de Aldo Leopold, *A Sand County Almanac* un libro que pronto se convirtió en una especie de Biblia del movimiento ecologista mundial.

[5] Primack, 1993: 13.
[6] Muir, 1916 en Primack, 1993: 14.

Partiendo del concepto de la comunidad biótica, la cual incluye "suelos, aguas, plantas y animales, o colectivamente: la tierra", Leopold asume que ésta a su vez define a la comunidad ética o al conjunto de los entes interdependientes que poseen intereses y son dignos del respeto.[7] El *Homo sapiens* tiene que transformarse y pasar de "conquistador" a ciudadano de esta comunidad. Así se va formando la nueva "ética de la tierra", el resultado de un conocimiento ecológico. El ideal de esta ética es la conservación, la cual no es sino "un estado de armonía entre los hombres y la tierra".[8] Con Leopold termina la formación de la primera fase del ambientalismo ecocéntrico que reconoce el valor intrínseco de la naturaleza. El sueño sobre la preservación empezó exactamente en el momento en el cual terminó la conquista de *Wild West*. Aunque no sólo la tierra fue víctima de esta conquista, ésta fue la primera en llegar a ser venerada.

3. Ecología profunda: un ecocentrismo contemporáneo

La ecología profunda nació en 1972, cuando el filósofo noruego Arne Naess, un alpinista y académico, publicó sus primeras críticas de la ecología superficial en la revista *Inquiry*. A partir de entonces nacieron las teorías y los puntos de vista que tratan de fundamentar un nuevo movimiento: el ambientalismo ecocéntrico o ecología profunda (Issa, 1998: 13-17).

De acuerdo con Naess, la crisis ecológica se debe al antropocentrismo y la dominación de la naturaleza por el hombre. Según el sistema de valores de la civilización occidental, la naturaleza tiene que ser conquistada, dominada y manejada para satisfacer las necesidades de los seres humanos. La crítica de Naess se concentra en otras categorías occidentales que son responsables de las crisis, entre otras la del dualismo hombre-naturaleza. (Naess 1973: 6; Naess, 1998: 19-40). La imagen "hombre-ambiente" es rechazada en favor de lo relacional que Naess llama el 'campo-completo'. Según él los organismos son "como nudos en la Red Biosférica o el campo de las relaciones intrínsecas. Una relación intrínseca entre dos cosas A y B es tal que la relación perteneciente a las definiciones o constituciones básicas de A y B es así que sin la relación , A y B ya no son las mismas cosas".[9] Otro impulso teórico que ayudó a formar el movimiento ambientalista ecocéntrico llegó de asi llamada *Gaia*-hipótesis, construida a base de la teoría de los sistemas impulsada de la observación de nuestro planeta desde un espacio cósmico y una filosofía hegeliana. Según esta hipótesis *Gaia*, el

[7] Leopold, 1998: 62-63.
[8] Leopold, *idem*: 65.
[9] Naess, 1973: 1.

planeta Tierra es un sistema que forma un todo orgánico, auto-reproduciente, auto-regulatorio y teleológico. *Gaia* y sus subsistemas son organizadas hierárquicamente a base del mutualismo entre sus diferentes niveles, desequilibrio, diversificación y cooperación. Monocultura e uniformidad son enemigos de *Gaia*.

El hombre es parte de la Red y de *Gaia*. No solo no vive fuera de la naturaleza sino tampoco es la cúspide de la evolución. Como afirma Zimmerman "humanidad no es ni más ni menos importante que otras cosas de la tierra".[10] (Braidotti *et al.*, 1994: 149). Según esta corriente el "hombre" tiene dos sentidos, uno el primer sentido"hombre" denomina una especie más, pero en el segundo, se identifica con un tipo de *Weltgeist* hegeliano: "Es Gaia, que a través de la especie humana, está ahora alerta, es consciente de sí misma. Ha contemplado la imagen de su bello rostro a través de los ojos de los astronautas y las cámaras de televsión de los ingenios en órbita".[11] El hombre aunque forma parte de Gaia no tiene mucha importancia: "La hipótesis de *Gaia* implica que el estado estable de nuestro planeta incluye al hombre como parte de o socio en una entidad muy democrática".[12]

La idea acerca de la naturaleza de *Gaia* y del hombre lleva a varios postulados prácticos. El llamado de biorregionalismo propone el nuevo poblamiento de la tierra según las regiones ecológicas admitiendo que las comunidades humanas son partes de los ecosistemas del planeta. El abandono de los dualismos Hombre-ambiente, cultura-natura, mente-cuerpo etc., nos lleva a la tolerancia para otras formas de vida, respeto para la diferencias, igualitarismo ecológico, principio de diversidad biológica, actitud anti-clasista, lucha contra la contaminación y agotamiento de los recursos, complejidad, descentralización y autonomía local, autodisciplina y la satisfacción de las diversas necesidades humana. Se trata de ampliar ecología por la perspectiva filosófica que permitiría convertir ecología profunda en una sabiduría del universo. Naess escribe "Por una ecosofía quiero decir una filosofía de la armonía ecológica o el equilibrio. Una filosofía es un tipo de sabiduría de la *sofía*, es abiertamente normativa y contiene ambas normas, reglas, y postulados proclamación de valores prioritarios e hipótesis relacionadas con el estado de los asuntos en nuestro universo. La sabiduría es una política sabia, prescripción, no sólo descripción y predicción científica".[13]

[10] Braidotti *et al.*, 1994: 149.
[11] Lovelock, 1985: 173.
[12] Lovelock, *idem*: 170.
[13] Naess, *idem*: 6.

4. La crítica de la ética ambiental ecocéntrica

A primera vista econcentrismo parece defendible: el hombre es un hilo en la tela de la vida y forma parte de ella. Destruyendo la tela de vida se destruyen los hilos, pero la proposición opuesta no siempre es la verdadera. El destruir el hilo no siempre significa la destrucción de la tela. La preservación de la tela es más importante que la preservación del hilo. Pero la naturaleza consta de los ecosistemas y los ecosistemas son constituidos por las especies. En práctica el ambientalismo ecocéntrico tiene que admitir que todas las especies tienen el mismo derecho para existir. Los postulados de diversidad, simbiosis, igualitarismo biosférico son de hecho los más significantes en el movimiento ambientalista ecocéntrico. Empecemos con la crítica filosófica de la posición ecocéntrica. Primero mostraré las inconsecuencias lógicas y éticas en términos de razones, y luego trataré de explicar el movimiento de ambientalismo ecocéntrico en términos de causas o sea, trataré de explicar el por qué dicho movimiento apareció en un momento dado de la historia. Esta explicación me pemitirá regresar a la tesis de Renato Rosaldo que era el punto de partida de este artículo.

En contra de la posición ecocéntrica en general y ecología profunda en general se pueden presentar por lo menos cuatro argumentos. Primero, el postulado de que todas las especies tienen el mismo derecho para existir es una idea exclusivamente humana, puesto que ninguna otra especie no ha producido una perspectiva semejante. El ambientalismo ecocéntrico parece entonces un resultado de la actitud netamente humanista. Segundo, el ambientalismo ecocéntrico no puede elaborar ninguna teoría de la resolución de los conflictos entre los derechos de diferentes especies. El ejemplo de este problema se presentó cuando en 1965 Douglas-Hamilton observó la destrucción de *Acacia tortilis* por los elefantes en el parque nacional cerca del Lago Manyara en Tanzania. Los árboles amenazados eran una especie muy importante porque los leones, que eran la atracción principal de parque, solían dormir sobre ellos. En las discusiones acerca de la solución de este problema, unos proponían la reducción del numero de elefantes, otros —el hacer nada (Douglas-Hamilton 1975: 31-33, 74-75). La tercera objeción alude al que el ambientalismo implica que cualquier conflicto entre los individuos y las especies tienen que ser resueltos a favor de las especies, lo que parece una propuesta inconvincente. Imaginémonos por un momento que en el mundo vive el último miembro de la especie de los mosquitos *Anofeles*, que transmiten paludismo. Si el zancudo se sienta sobre el brazo de un hombre (sea el artista, escritor, científico, niño), éste no tiene derecho para matarlo puesto que su acto acabaría con toda la especie. Mas bien el mosquito tiene el derecho de infectar al hombre, porque su enfermedad y la posible muerte no va a acabar con la especie *Homo sapiens*. Es difícil imaginar como el ambientalista o puede escapar esa trampa sin abandonar su posición previa. La cuarta objeción tiene que ver con la incoherencia dentro de la posición de la ética ambientalista

ecocéntrica. Contrariamente a lo que pensaba Darwin, hoy en día los paleontólogos están de acuerdo de que la evolución no solo consiste en cambios paulatinos y lentos sino que se realiza también a través de la extinciones. Se estima que 30 mil millones de las especies han poblado la tierra desde la época cambriana cuando se habían evolucionado los primeros organismos multicelulares. Hoy en día, en la tierra viven 30 millones de la especies. Eso quiere decir que 99.9% de las especies han sido extinguidas. La primera extinción grande había ocurrido al final de la era de Ordovica tarde (hace 440 millones años), la segunda al final la era devoniaca (hace 365 millones de años), la tercera al final de la era pérmica (225 millones de años), la cuarta al final de la era jurásica (210 millones de años), y la quinta al final de la era cretaica (hace 65 millones de años) (Leakey & Lewin 1995: 39-58). Los ecólogos nos están advirtiendo que estamos amenazados por la sexta extinción que se va a llevar a cabo por los hombres. Los ambientalistas postulan la protección de ecosistemas y defienden los derechos morales de existir de cada especie. Sin embargo si los paleontólogos están en los correcto y las extinciones son parte de las leyes de la evolución el proteccionismo ecológico se vuelve un postulado antropocéntrico. Más contradicciones surgen cuando los ambientalistas ecocéntricos ponen el énfasis en que los seres humanos son parte de la naturaleza, o cuando admiten, identificándose como místicos que cualquier ser humano es el reflejo del universo. Si acepto que debo preservar los ecosistemas, pero por algún motivo no los preservo, estoy actuando en contra de la naturaleza. Pero, ya que soy parte de naturaleza, o formo un todo místico con ella, no estoy actuando en contra de la naturaleza, porque lo que hago es por definición natural. La tesis que somos parte del mundo natural aceptada literalmente nos lleva a un absurdo, puesto que tenemos que admitir que los elementos más antinaturales de la cultura humana como la medicina, arte y filosofía también forman parte de la naturaleza. Cualquier cirujano, que trata de salvar la vida de un enfermo, que por razones "naturales" tiene cáncer esta actuando en contra de la naturaleza.

Creo que los argumentos que acabamos de mencionar muestran suficientemente que *la posición del ambientalismo ecocéntrico en la versión de la ecología profunda resulta* inconsistente y por lo tanto errada. Nos queda sin embargo la tarea de explicar este fenómeno en términos sociales. Consideremos los supuestos presentados por Rosaldo que pueden arrojar la luz sobre las éticas al estilo de la de Naess. *1)* La valoración incondicional de la naturaleza es una muestra de nostalgia; *2)* nostalgia consiste en que el sujeto anhela lo perdido; *3)* La nostalgia imperialista es un tipo de nostalgia que se presenta cuando el sujeto pierde lo que valora por culpa suya; en otras palabras se presenta como tríada: destrucción-culpabilidad-anhelo; *4)* La valoración incondicional de la naturaleza es una muestra de la nostalgia imperialista. Tratemos de comprobar el estatus epistemológico de estas proposiciones y a consecuencia su validez.

La primera proposición es un juicio empírico. Admite que la ética ecocéntrica que acabamos de presentar es un tipo de nostalgia que definimos como un anhelo por lo perdido.

Como tal, este juicio parece una proposición empírica de índole psicológica o social o cultural dependiendo de como definimos al autor de la ética egocéntrica. En otras palabras necesitamos definir, que es lo que denota X en la frase de tipo: "X anhela Y". Si X está conformado por algunos autores de las éticas ecocéntricas como A. Naess o J.E. Lovelock, la oración citada se vuelve verdadera si y sólo si, dichos autores fueron motivados para filosofar sobre medio ambiente por un sentimiento de anhelo por la naturaleza perdida. Esta interpretación es bastante ingenua y además nos mete en la selva de los enredos conceptuales (por ejemplo que quiere decir que alguien está 'motivado' para hacer algo; como distinguir entre diferentes clases de entes psíquicas como son los motivos, intenciones, deseos, razones etc.). Es probable que algunos ecólogos o filósofos defiendan la posición de ecocentrismo no porque anhelan lo perdido sino porque simplemente rechazan el antropocentrismo o sienten repulsión inconsciente frente a los humanos, buscan una identificación mística con un todo, quieren graduarse o ganar fama en la academia etcétera. ¿Qué sucede si X no queda definido como un sujeto individual sino como un sujeto social o cultural? Este caso es muy interesante porque sugiere que el autor de la obra no sólo es un individuo o un grupo de individuos sino que también una clase social, una formación, o una cultura. Bajo esta interpretación, los autores de ecología profunda expresan algunos valores de su sociedad o cultura a la cual pertenecen. La proposición se vuelve empírica de índole sociológica o antropológica. Sospecho que existen fuertes vínculos entre la formación ética del individuo y la cultura en que crece. Si este no fuera el caso, el autor se quedaría sin lectores y admiradores. El ambiente, la cultura en cuyo seno apareció tanto el fenómeno de ecología profunda como otras éticas ecocéntricas como por ejemplo ecofeminismo y ecoteología de liberación (Griffin, 1983; Kumar D'Souza, Corinne 1988; Boff, 1993; 1995; 1996; Jacorzynski, 1998) no viene de un mundo creado *ex nihilo*. Es netamente urbano, occidental, académico, y difícilmente podría existir fuera de las comodidades de los cubículos de los *scholars*. Al final de cuentas el alpinismo es un contacto sui generis con la naturaleza. Su carácter anticlasista e individualista del ambientalismo ecocéntrico muestra su proveniencia occidental, protestante, industrialista. Como tal se encontró con una fuerte crítica de parte de los ecologistas sociales, inspirados por la idea de una reforma social bajo sea de proveniencia marxista o zapatista (Leff, 1986; 1992; Toledo, 1983; 1994; 1996; 1997). Sólo los que no viven de la naturaleza ni dependen de ella pueden elogiarla como un fin en sí. La visión de *Gaia*, como lo descubrió Lovelock surgió, cuando la tecnología de esta civilización posibilitó de verla físicamente a través de los ojos de los cosmonautas. *Gaia* es una construcción del sentido de la naturaleza, un fruto de un mundo enajenado y alienado de ella. La alienación que abrasa y venera el objeto de su añoranza. John Muir prohibió a los Modoc la entrada a los parques naturales, los teóricos de ecología profunda probablemente acusarían a los campesinos actuales del mundo no occidental de un antropocentrismo crudo.

La proposición (2) es un tipo de definición que presentamos al principio de este ensayo y consiste en una aclaración conceptual de lo que es una nostalgia. Aparte de un caso peculiar de la nostalgia imperialista, distinguimos dos casos más comunes de la nostalgia de alguien quien añora a su país o su aldea y alguien quien anhela su infancia. Tanto el escritor ruso de la película de Tarkowski como el autor de *El Principito* sienten un tipo de melancolía por un estado de las cosas que ya no existe en realidad pero puede ser reconstruida en la imaginación y anhelado.

La proposición (3) es otra definición que caracteriza una subclase de la nostalgia, una nostalgia imperialista. Su diferencia específica consiste en que uno anhela algo porque siente un sentido de culpa por su destrucción. La condición mencionada es sin embargo ambigua puesto que no se especifica si, para sentir este tipo de nostalgia, X tiene que pensar que era culpable por la destrucción de Y, o X de facto destruyó Y. Esta ambigüedad se ve más claramente en la interpretación de la tesis (4).

La proposición (4) tiene otra vez el carácter empírico y establece una conexión entre la nostalgia imperialista y la ética ecocéntrica como la doctrina principal de los movimientos ambientales ecocéntricos. No sólo se admite como en (1) de que los ambientalistas sienten nostalgia, sino que su nostalgia es de índole imperialista, o sea, cargada de culpabilidad. Entendida literalmente, esta tesis puede ser válida sólo en algunos casos. Los activistas ambientalistas del occidente, a veces, pueden identificarse con sus naciones, culturas, sociedades y asumir la culpa por lo que han hecho sus abuelos, o están haciendo sus parientes, paisanos o miembros de la misma cultura. En este sentido las personas que destruyen y las que sienten un anhelo por lo destruido no son la mismas. Más bien los que sienten un anhelo asumen la culpa por la destrucción en base de una u otra identificación con los destructores. Varios alemanes jóvenes, por ejemplo, sienten esta carga de culpa colectiva, cuando piensan sobre la Segunda Guerra Mundial. No es probable sin embargo, que todos sientan este tipo de responsabilidad. Bajo esta interpretación la tesis de profesor Rosaldo toma la forma de un juicio particular afirmativo y como tal no puede explicar menos algunas historias de vida de los ecologistas ecocéntricos o bien se vuelve completamente ininteligible. Según Rosaldo, no sólo sentimos un anhelo por lo que destruimos en el pasado, sino que sentimos un anhelo por lo que estamos destruyendo ahora. La tríada destrucción-culpabilidad-anhelo describe tres eventos temporalmente paralelos. ¿Pero si la nostalgia imperialista es un anhelo por lo que destruimos, por qué seguimos destruyendo? Y por fin, quienes somos 'nosotros'?

5. Aflicción y melancolía

Hasta ahora hemos aludido a los motivos que se pueden atribuir a los ambientalistas. Estábamos corroborando la validez de nuestra tesis preguntando si de hecho tenían

estos motivos. Es posible, sin embargo que la tesis principal no se refiera a ningún mecanismo consciente sino inconsciente en el sentido de la psicología profunda. Como me sugirió el profesor Rosaldo, una explicación posible de este mecanismo psicológico inconsciente la podríamos buscar en la obra de Freud, especialmente en sus textos sobre aflicción y melancolía. "Explicamos el doloroso sufrimiento de la melancolía —escribe Freud— estableciendo la hipótesis de una reconstrucción en el yo del objeto perdido; esto es la sustitución de una carga de objeto por una identificación".[14] Si interpretamos el anhelo como una forma de melancolía, encontramos en la tesis de Freud, una pista que nos puede llevar a comprender la naturaleza de la nostalgia. Un anhelo aparece como un resultado de los reproches del super-yo de los actos pretéritos, "que a su hora fueron indulgentemente juzgados".[15] Esto explica en parte el porqué la melancolía esta acompañada a menudo por el sentimiento de culpabilidad. Según Freud la culpabilidad moral es "expresión de la pugna entre el yo y el super-yo".[16] Este último no es sino un resultado de la identificación temprana con el padre. Ya que la melancolía nos muestra que el objeto del castigo por parte del super-ego ha sido acogido en el yo a través de identificación, la conciencia se reconoce culpable y se somete al castigo. Freud fue el primero quien estableció claramente la relación entre el sentimiento de culpabilidad y agresividad: "Mucho nos ha sorprendido hallar que el incremento de este sentimiento inconsciente de culpabilidad puede hacer del individuo un criminal(...) como si para el sujeto hubiera constituido un alivio poder enlazar dicho sentimiento inconsciente de culpabilidad con algo real y actual".[17] En otro lugar Freud explica la agresividad aludiendo a la fase muy temprana de amor, un resto de canibalismo donde la carga del objeto induce a su destrucción en forma de ingestión e incorporación, una ambivalencia del odio y atracción (Freud, *idem*: 262-271).

Independientemente, si la teoría freudiana de melancolía nos parezca probable o no, tenemos que admitir un hecho indudable: la explicación psicoanalítica considera nuestra tríada a la inversa. El anhelo como una forma de melancolía conduce al sentimiento de culpa y esta a su vez a la destrucción. La nostalgia precede la destrucción y no a la inversa. No sentimos nostalgia porque destruimos, sino que destruimos porque sentimos nostalgia. ¿Podemos estar conformes con esta explicación? Pienso que no, al menos que nos comprometamos a defender la psicoanálisis como una teoría explicativa adecuada de los fenómenos sociales. Sería, sin embargo, una miopía tratar de explicar las grandes destrucciones de la humanidad refiriéndonos a los instintos destructores de id, los

[14] Freud, 1993: 563.
[15] Freud, *idem*: 603.
[16] *Ibidem*.
[17] Freud, *idem*: 587.

mecanismos de la represión por parte de super-ego, complejo de Edipo, etc. En el mejor de los casos necesitamos una teoría mixta que nos permitiría tomar en consideración los factores históricos, sociales, económicos y políticos. La teoría freudiana no nos puede otorgar una explicación convincente del mecanismo de la nostalgia imperialista aunque si es cierto de que nos muestra algunos mecanismos psicológicos que pueden intervenir en el sentimiento del anhelo a consecuencia conducir a la agresividad y la destrucción. Seguimos careciendo sin embargo una teoría viable que nos permitiría explicar el anhelo partiendo del primer elemento de nuestra tríada o sea, de la destrucción del medio ambiente. Creo, que ésta en gran parte, y especialmente en lo que concierne la explotación de los recursos naturales tiene sus causas concretas de índole económica y social. La última ola de la destrucción del planeta empieza sorprendentemente junto con el descubrimiento del mundo nuevo y la era del capitalismo.

El primer descubrimiento de América creó el espacio propicio para la abolición de las relaciones feudales de producción y el surgimiento de la nueva formación económico-social, el capitalismo con su soporte ideológico en la forma de prometeísmo (Smith, 1961: v.II 141-2). Walter Prescott Webb admitía que algunas características de Europa del siglo xvi como por ejemplo el luteranismo y el individualismo renacentista pudieron expanderse gracias al Colón que abrió el pasaje al Nuevo Mundo y con su descubrimiento dio cuerpo a nuevas ideologías. Según Webb Europa se hizo una metrópoli y América se convirtió en su gran frontera. En 1500, en Europa vivían 100 millones de gente ocupando un territorio de 3.750.000 metros cuadrados, constituyendo la densidad de 26.7 de personas por un metro cuadrado. La plusvalía del territorio y capital como el resultado de la explotación de América, el flujo de oro y de plata, la estimulación del comercio y la creación de nuevas oportunidades contribuyó a los cuatro siglos de prosperita terminada con el cerramiento de la nueva frontera acerca de 1900 (Webb, 1953; Elliot, 1969:54-104). La época de la revolución industrial abrió otra etapa en la historia de las relaciones entre Europa y América llamado a veces el "segundo descubrimiento de América". Las actividades industriales europeas se basaban en explotación de los recursos naturales que todavía abundaban en el Nuevo Mundo. La búsqueda de los mercados nuevos, tierras para colonizar, minerales, o un simple conocimiento de vastas áreas de México y América del Norte empujó hacia América cientos de viajeros. El genocidio y la aniquilación de las culturas nativas fueron acompañados por la destrucción del medio ambiente.

El siglo xx ha presenciado el fin del saqueo de los recursos naturales impulsado por el industrialismo y el colonialismo. No existían ya las fronteras que se podían explotar "más allá". Entre los años 1950-1975 despertó sin embargo el nuevo Prometeo: la ingeniería genética y su fruto revolución verde. La utilización de cepas de alto rendimiento en Asia y algunas zonas de Latinoamérica contribuyeron a la obtención de cosechas más abundantes a lo largo de cuatro o cinco décadas, pero perdieron pronto

eficacia en las naciones desarrolladas y han resultado ser menos viable de lo que se esperaba en los países pobres. Como afirman Anne y Paul Ehrlich, la revolución verde es uno de los "trucos empleados en la agricultura moderna", benefactor a corto plazo, "pero a un precio demasiado elevado".[18] Sus consecuencias destructoras a largo plazo son tierras agotadas, campos salinizados, acuíferos vacíos. Los desastres naturales de los años 90 causados por la destrucción de la capa del ozono, el desequilibrio del mecanismo del efecto invernadero, el calentamiento de la atmósfera y la desaparición de las especies animales y vegetales produjo en el occidente una atmósfera de culpa por lo acontecido. La conciencia de los éticos y teóricos del ambientalismo ecocéntrico opera como un remordimiento del sistema capitalista industrial. La búsqueda del sentido de la naturaleza corresponde a la necesidad de definir los derechos del mundo natural. Dicha actitud de veneración frente a la naturaleza surgió en el mundo urbano occidental, de un ambiente académico, alienado de la naturaleza.

6. Alienación y la búsqueda del sentido de la naturaleza

Un concepto clave que nos permite explicar el anhelo del mundo moderno por lo que se va perdiendo es el concepto de alienación. La idea viene de la filosofía idealista alemana. Alienación está entendida como enajenación necesaria de un ser de sí mismo o de otros seres como un paso necesario en la evolución espiritual del mundo. Para Schelling, la creación divina es la caída, la diferenciación. El ego egoístico y posesivo puede regresar al centro gracias a su esencia compartida con la divinidad, es decir su razón. Ésta le permite juntarse otra vez con el absoluto. La historia según Schelling es una narrativa que el Dios compuso en su mente. Dos capítulos de esta narrativa los componen la Iliada y Odisea de la historia. La primera simboliza la alienación de la humanidad más allá del centro en un movimiento centrifugal, la segunda su regreso al centro en el movimiento centripetal. En Hegel alienación aparece como autoenajenación de la idea o absoluto que encuentra a su negación en la naturaleza para regresar a sí mismo en la forma de *Geist* o *Weltgeist* o autoconciencia. Alienación en el sentido de Feuerbach está entendida como la creación de la religión por el hombre. El Dios que dota la vida del hombre del sentido es la representación del sinsentido de su vida del hombre que proyecta su ser genérico hacia afuera sólo porque no lo puede expresar libremente en su entorno. Para Feuerbach el hombre se aliena a sí mismo reverando a su esencia en el Dios. El concepto de alienación encontró su mayor aplicación en los "Manuscritos

[18] Ehrlich & Ehrlich, 1993: 64.

económico-filosóficos" del joven Marx que estudió la alienación del hombre concreto, enredado en el contexto económico y social del capitalismo (Marx, 1968). Según Marx, las condiciones sociales del trabajo en la era del capitalismo hacen que el obrero se sienta enajenado del producto de éste, del acto de producción, y por fin de su propio ser genérico: "La vida misma aparece solamente como medio de vida".[19]

Ahora bien, alienación del sistema lleva a la reflexión sobre el sentido del sistema porque sitúa al ser alienado fuera de él, en la posición de un observador. Nadie, quien participa plenamente en funcionamiento de un sistema se pregunta por su sentido. En este sentido el ambientalismo contemporáneo occidental se asemeja a la teología. La religión "nace de la muerte del Dios": exclama Baudrillard.[20] El sentido de un sistema, entendido como su fin puede ser percibido sólo desde afuera del sistema, desde la perspectiva de un ser alienado de él. El "sistema" es un nombre general que puede denotar entes tan distintos como la vida, la naturaleza o un sistema deductivo. Kierkegaard, Gödel, Buber, Wittgenstein expresaban esta idea, cada quien a su manera. Para citar sólo a Wittgenstein: *Die Lösung des Problems, das Du im Leben siehst, ist eine Art zu leben, die das Problemhafte zum Verschwinden bringt*:[21] La solución de problemas que ves en vida consiste en una manera de vivir, la cual hace desaparecer lo problemático. El problema del sentido de la naturaleza, el problema de la justificación de los derechos de los ecosistemas surge como un producto de la enajenación del hombre de ella misma. Paradójicamente, el hombre enajenado buscando el sentido de sí mismo, lo encuentra en la idea de su regreso a la naturaleza como su parte integral. Es un anhelo del adulto que simbólicamente añora la seguridad de la vida pasada en el seno materno. Como en religión, el hombre venerando a la naturaleza se venera a sí mismo. Las etapas por las cuales ha pasado su conciencia infeliz es la siguiente: hombre como parte de la naturaleza/ hombre aparte de la naturaleza/ hombre el destructor de la naturaleza/ hombre alienado de la naturaleza/ hombre el venerador de la naturaleza. Pero los ambientalistas ecocéntricos no regresan a la naturaleza en realidad. Su retorno adquiere un carácter mítico. Más avanzada tecnológicamente y urbana se vuelve su vida más ecocéntrica se vuelve su ética. El *Weltgeist* no regresa a sí mismo, como en la metafísica hegeliana. El *Weltgeist* mismo, como *Gaia*, es el doloroso fruto de su creador humano enajenado del planeta literalmente y metafóricamente: en el primer sentido como astronauta, en el segundo como Prometeo. Como astronauta vió *Gaia* desde afuera e inventó su sentido, como Prometeo, se liberó de los lazos que han atado su vida a su entorno natural. A víspera del nuevo milenio más que nunca sufre un castigo severo por sus crímenes.

[19] Marx, *idem*: 81.
[20] Baudrillard, 1994: 26.
[21] Wittgenstein, 1980:27.

Bibliografía

Baudrillard, Jean (1994), *Simularca and Simulation*, trad. Sheila Faria Glaser, Ann Arbor, USA, The University of Michigan Press.

Blackstone William T. (1974), "Ethics and Ecology", en *Philosophy & Environmetal Crisis*, Blackstone William T. (ed.), University of Georgia Press.

Boff Leonardo (1993), *Ecología mundialización, espiritualidad*, trad. J.Ramírez Funes. Atica, Mexico, Cristianos Comprometidos en Luchas Populares.

_____ (1995), "Liberation Theology an Ecology", *Ecology and Poverty* (Boff L. & Virgil E. de.), London, Concilium SCM Press.

_____ (1996), *Grito de la tierra, grito de los pobres. Hacia una ecología planetaria*, México, Ediciones Babar, tr. J.C. Rodriguez Herranz.

Braidotti R. Charkiewicz E. Hausler S., Wieringa S. (1994), Women, the Environment and Sustainable Development, Towards a Theoretical Synthesis, Zed Books&Instraw, United Kingdom.

Caballero Javier (1990), "El uso de la diversidad vegetal en México: tendencias y perspectivas", Leff Enrique (coord.), *Medio ambiente y desarrollo en México*, (1), CIIH-UNAM, Porrúa.

Christ, Carol P. (1991), "Why Women Need the Goddes,Phenomenological, Psychological and Political Reflections", Sneja Gunew (ed.), *A Reader in Feminist Knowledge*, London, Routledge.

Douglas- Hamilton Iain (1975), *Among the Elephants*, Nueva York, Viking Press

Ehrlich Paul, R. & Ehrlich Anne, H. (1993), *La explosión demográfica. El principal problema ecológico*, Barcelona, Biblioteca Científica Salvat.

Elliot, H. J. (1972), *The Old World and The New 1492-1650*, Gran Bretaña, Cambridge University Press.

Freud, Sigmund (1993), *Los textos fundamentales del psicoanálisis*, trad. del ingés al castellano: Luis López Ballesteros, Ramón Rey, Gustavo Dessal, Barcelona, Altaya.

Griffin, Susan (1983), "Introduction", Caldecott L. & Leland S. (eds.), *Reclaim the Earth, Women speak out for Life on Earth*, London, The Women Press.

Issa, Jorge (1998), "El movimiento de ecología profunda", *Los caminos de la ética ambiental. Una antología de textos contemporaneos*, Kwiatkowska Teresa, Issa Jorge (compiladores), México, Conacyt, Casa Abierta al Tiempo, Plaza y Valdés.

Kumar D Souza, Corinne (1989), "A New Movement, A New Hope: East Wind, West Wind and the Wind from the South", Plant Judith (ed.), *Healing the Wounds. The Promise of Ecofeminism*, Philadephia PA, Santa Cruz, CA, New Society Publishers.

Leakey Richard & Lewin Roger (1995), *The Sixth Extinction. Pattern of Life and the Future of Humankind*, Nueva York, Doubleday.

Leff Enrique (1994), *Ecología y capital. Racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable*, Mexico, siglo xxi.

_____ (1996), "Economía y democracia: las alternativas para el desarrollo sustentable y equitativo", Calva J.L. de, *Sustentabilidad y desarrollo ambiental*, (1), Mexico, Semarnap.

Kwiatkowska, Teresa (1998), "Un alegato ecológico", *Los caminos de la ética ambiental*, Una antología de textos contemporaneos, Kwiatkowska Teresa, Issa Jorge (compiladores), México, Conacyt, Casa Abierta al Tiempo, Plaza y Valdés.

Leopold, Aldo (1998), "La ética de la tierra", *Los caminos de la ética ambiental, una antología de textos contemporaneos.*

Lovelock, J.E. (1985), *Gaia, una nuea visión de la vida sobre la tierra*, España, Orbis, Hyspamerica.

Madrigal, M. M. Juan (1995), "Hacia una política verde (ecologismo y política)", *Viva Natura A.C.*, cuaderno núm. 8, colección: Manantial de la Yerbabuena.

Naess, Arne (1973), "Lo superficial y los profundo, movimiento ecológico de gran alcance. Resumen de un lectura introductoria a la 3er conferencia de investigación sobre el futuro de mundo, del 3 al 10 de septiembre de 1972", publicado en *Inquiry*, 16: 95-100, 1973, traducido al español por A. Figueroa Hernandéz para la revista *Diogenes*.

Naess, Arne (1998), "El movimeinto de ecología profunda: algunos aspectos filosóficos", *Los caminos de la ética ambiental...*

Passmore, John (1993), "Environmentalism", (Goo R.E.;Pettit P. eds.), *A Companion to Contemporary Political Philosophy*, Basic Blacwell, Oxford.

Primack, B. Richard (1993), *Essentials of Conservation Biology*, Sinauer Associates, Sunderland Massachusetts.

Rosaldo, Renato (1991), *Cultura y verdad. Nueva propuesta de análisis social*, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México, Grijalbo.

Sain-Exupery, Antoine de (1996), *El principito*, traducción Guadalupe Velázquez Medina, México.

Toledo, Victor Manuel (1994), *La ecología, Chiapas y el Artículo 27. Hacia una modernización rural alternativa*, México, Quinto Sol.

_____ (1996), "Latinoamérica: crisis de civilización y ecología política", *Gaceta Ecológica*, núm. 38, Ine-Semarnap.

_____ (1997), "Zapatismo y ecología. Una ruta hacia la paz y la modernidad alternativa", *La Jornada del Camp.*, núm. 61.

Webb, Walter Prescott (1953), *The Great Frontier*, London.

Wittgenstein, Ludwig (1980), *Culture and Value*, G.H. von Wright (ed.), USA, The University of Chicago Press.

INGENIERÍA GENÉTICA Y AMBIENTAL

Esta obra se terminó de imprimir en el mes de abril del año 2000 en los talleres de Programas Educativos S.A. de C.V. Calz. Chabacano No. 65 Local A, Col. Asturias, C.P. 06850, México, D.F.

EMPRESA CERTIFICADA POR EL INSTITUTO MEXICANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN, A. C. BAJO LA NORMA ISO-9002: 1994/NMX-CC004: 1995 CON EL No. DE REGISTRO RSC-048

Tiraje 1 000 ejemplares

La destrucción de las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki por medio de la tecnología nuclear ha propiciado y fomentado el interés y el discurso público sobre la responsabilidad de los científicos frente al uso que los gobiernos pueden hacer de sus investigaciones y resultados. El debate sobre los deberes y compromisos sociales y políticos de la ciencia y su práctica ha quedado, no obstante, inconcluso.

Por ello, recientemente, estas cuestiones han cobrado un nuevo vigor, sobre todo en razón del espectacular progreso de la biotecnología, particularmente de la ingeniería genética y ambiental. Las investigaciones de genética humana avanzan a pesar de temores y supersticiones sociales, propios más bien de épocas rebasadas. Se dispone ya de un conocimiento muy extenso y profundo de la naturaleza hereditaria de varias enfermedades, hay confianza en que pronto se conocerán los mecanismos de muchos otros padecimientos, por lo que hay ya una esperanza fundamentada en la invención de nuevas terapias genéticas y farmacológicas para curarlos de manera definitiva.

Sin embargo, es un hecho que el Ser Humano enfrenta hoy también nuevos dilemas, sobre todo en relación con los derechos a los productos de la investigación científica. Las incógnitas respecto a las aplicaciones de la genética y sus consecuencias alimentan la llama de la preocupación social.

El campo de la ingeniería ambiental es igualmente complejo y problemático. La destrucción sistemática de amplias áreas naturales exige de estrategias oportunas de conservación y restauración ecológicas, las cuales a su vez requieren de la integración del conocimiento científico con las pautas culturales para construir una solución tan efectiva, como las condiciones de riesgo, inherente en cada decisión ambiental, lo permitan.

Los problemas que abarca la ingeniería genética y ambiental se pueden dividir en tres grandes apartados: éticos, técnicos y metodológicos. El libro intenta enfrentar estos cuestionamientos desde diferentes disciplinas y perspectivas normativas. Los planteamientos y respuestas de los autores aquí recopilados constituyen una especie de orientación para el discurso actual sobre algunos de los enigmas de la biotecnología.

ISBN 968-856-750-7

9 789688 567500