
ÉTICA AMBIENTAL E INGENIERÍA GENÉTICA

TERESA KWIATKOWSKA;
RICARDO LÓPEZ WILCHIS

ABSTRACT. The constant expansion of genetic engineering with its capacity to manipulate life matter in its more fundamental molecular construction is generating important ethical and philosophical debates. The potential danger of their practical applications are the main worries. The intention of this work is to approach a subject left until now at the margin in the public debate, that is, the impact of genetic engineering towards the natural environment. Benefits and contributions of genetic engineering are indicated, as well as its complementary risks and fears. The discussion is framed within the actual or potential impact on the environment caused by the techniques closely related to genetic engineering. The ethical attitudes (Deep ecology, Earth ethics, Biocentric holism, and Environmental integrity) are reviewed critically, trying to provide a frame of reference for the search and formulation of useful, responsible and cautious moral guidelines. It is also indicated the enormous disparity between the time in which genetic engineering and the ethical reflection treat a common topic, as well as the differences in method and context between both disciplines.

KEY WORDS. Environmental ethics, genetic engineering, biotechnology, environment, nature, Deep ecology, *telos*, integrity.

INTRODUCCIÓN

La expansión constante de la ingeniería genética, con su capacidad de manipular la materia viva en su construcción molecular más fundamental, está generando importantes debates éticos y filosóficos. Sobre todo, preocupan sus aplicaciones prácticas en razón de su peligro potencial.

Nuestro propósito es abordar un tema hasta ahora marginado en el discurso público, a saber, el impacto de las técnicas de ingeniería genética hacia el ambiente natural. Las nuevas tecnologías ofrecen la posibilidad de clonar los individuos de especies en peligro de extinción, de ayudar a

Departamento de Filosofía, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México. /
tkwiatowska@yahoo.com

Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México. /
rlw@xanum.uam.mx

la recuperación de la biodiversidad, de hacer más exitosa la crianza de animales en cautiverio; permiten restaurar y/o reconstruir el hábitat natural y modelar el paisaje, amén de optimizar las prácticas agrícolas, contribuyendo así a frenar el deterioro ambiental.

Las consecuencias a largo plazo para la humanidad son igualmente significativas, incluso mayores que la aplicación de técnicas genéticas a los seres humanos. Si la ética ha de tener alguna influencia en los procesos de toma de decisiones que tarde o temprano afectarán al ambiente, debe considerar, antes que nada, los efectos potenciales de la ingeniería genética.

La ética ambiental proporciona un abanico de principios morales, que va desde el fundamentalismo recalcitrante hasta un amplio pluralismo moral (Callicott, 2000), pero generalmente todas las propuestas carecen de recomendaciones prácticas viables. Además, el lenguaje que usa la mayoría de los autores en esta disciplina frecuentemente es obsoleto, incluso totalmente fuera de tono en términos de la biología moderna. Abundan varios mitos, como el de "la bondad de la naturaleza" o el de su "integridad", que aun para sus propios autores resultan difíciles de definir, sobre todo de poner en contexto, tanto en lo académico como en sus aspectos prácticos.

Este trabajo revisará críticamente las actitudes éticas hacia la ingeniería genética, con el fin de proporcionar un marco de referencia para la búsqueda y formulación de posturas útiles, responsables y cautelosas. De las herramientas que la biotecnología tiene a su alcance (la recombinación de ADN, transferencia de genes, manipulación y transferencia de embriones, regeneración orgánica, cultivo de tejidos, anticuerpos monoclonales, clonación, ingeniería de los bioprocesos, etc.), dada su naturaleza, todas ellas pueden ser utilizadas directa o indirectamente para impactar al ambiente natural. No obstante lo anterior, los límites de esta discusión se enmarcan en el impacto que pueden causar, o están causando actualmente, las técnicas estrechamente ligadas a la ingeniería genética, y excluyen la polémica sobre plantas y animales transgénicos, la transferencia de embriones, sobre las técnicas para diagnosticar las enfermedades mediante los anticuerpos monoclonales, etcétera, así como su parte ética, a saber, los argumentos en pro y en contra de la manipulación genética de los animales. Dicho sea de paso, la situación de los animales en el contexto de la ingeniería genética ha sido discutida y cubierta por la legislación existente acerca del uso de los animales en la experimentación científica (Rollin, 1995). Tampoco abarcaremos las interrogantes sobre el genoma humano, que provocan aún más polémicas éticas y sociales.

SOBRE LA INGENIERÍA GENÉTICA

La ingeniería genética despierta muchas controversias en razón de su amplio potencial para transformar radicalmente el mundo en que vivimos. Tan solo sus incipientes aplicaciones en la agricultura están actualmente afectando varios aspectos de nuestra vida personal, a varios grupos sociales, así como a algunos individuos. A causa de sus implicaciones económicas, los cambios en las actitudes y prácticas de la gestión agrícola ligadas a la estructura y a la organización industrial no sólo seguirán, sino que se irán incrementando rápidamente con el transcurso del tiempo. Serán cambios excitantes y prometedores para unos, y amenazas incuestionables para otros.

En general, la biotecnología es la aplicación de la ciencia y la ingeniería a ciertos organismos vivos o sustancias derivadas de ellos para crear productos o funciones que puede utilizar el ser humano. Dichos organismos poseen sustancias que pueden ayudar a reconocer, prevenir y hasta curar varios padecimientos humanos y de los animales; pueden eliminar plagas y enfermedades agrícolas, generar sustancias que pueden favorecer a otros organismos para sobrevivir en condiciones extremas, e incluso sustituir o eliminar elementos químicos y otros materiales presentes en los recursos no renovables que crean o incrementan los riesgos ambientales. Los avances de la biotecnología, que abarcan un amplio segmento de esa ciencia y de sus aplicaciones prácticas, industriales y sociales, han provocado un inmenso interés a nivel mundial por sus consecuencias potenciales en la calidad de la vida humana.

Si bien las tecnologías nucleares y químicas han despertado mucha oposición social, la reacción ha llegado *a posteriori*. Asimismo, muchas innovaciones tecnológicas entran en la vida social imperceptiblemente. ¿Cuántas personas estarán conscientes de los cambios en la composición de una cubeta de plástico, en el cubrimiento químico de las telas o utensilios de cocina, o de un nuevo tipo de insecticida usado en el cultivo de vegetales? Pese a la continuidad de los cambios en los procesos productivos, las innovaciones técnicas muy pocas veces son objeto de las discusiones colectivas. Efectivamente, el público tiene poco conocimiento y aún menos control sobre las novedades industriales. Simplemente se supone que cada país cuenta con una ley mínima que protege a los ciudadanos y al ambiente natural de los riesgos inaceptables a su salud y seguridad. En el caso de la ingeniería genética, el interés del público la ha acompañado prácticamente desde su nacimiento, y ha provocado considerables controversias.

La ingeniería genética es al mismo tiempo una promesa, un poder y una amenaza. Promete la liberación de las restricciones temporales, climáticas y de la calidad del suelo; asegura la eliminación de plagas y enfermedades, aunando a estos beneficios ganancias económicas sustan-

ciales. Igualmente, la posibilidad de influir en la producción industrial, agrícola y animal de algunas regiones o países le confiere, además del poder económico, fuerza política. La posibilidad de obtener en el laboratorio, mediante el cultivo de tejidos, diversos productos, por ejemplo, el coco o la vainilla, tendría efectos en las economías de los países productores y posiblemente ocasionaría graves secuelas sociales en algunas comunidades. Por otra parte, amenaza no sólo con la reducción en la diversidad genética, sino también con la pérdida irreversible del material hereditario de las plantas y animales.

En contraparte, no hay que descartar la ayuda de la ingeniería genética en el rescate de las especies en peligro de extinción mediante clonación y el uso de "madres sustitutas" (Gunasena *et al.*, 1998), y de hacer más exitosa la crianza y reproducción en cautiverio de animales silvestres para poder reintroducir o poblar nuevos ambientes. Igualmente, hay que tomar en cuenta que no está lejos el día en que podamos recuperar especies consideradas actualmente extintas. Asimismo, el uso de la ingeniería genética en la restauración ecológica y modelación del paisaje ha cobrado gran importancia como una técnica valiosa para ayudar a compensar el daño ecológico causado por el desarrollo humano; acorde con los especialistas, la restauración ecológica es la única opción viable y necesaria cuando especies y comunidades enteras han sido destruidas o totalmente alteradas (Jordan *et al.*, 1987).

EL ARGUMENTO DE LO NATURAL Y LO NO NATURAL

Dentro del discurso crítico acerca de la ingeniería genética abundan los esfuerzos por oponerse a ella simplemente por considerarla "antinatural". Los conceptos de la 'naturaleza' y de lo 'natural' implican un abanico de valores, amén de la vaguedad de sus significados. Las personas pueden sentir la bondad y la belleza natural en lo alto de las montañas, en la playa o en su jardín propio. Unos prefieren todo 'natural': los alimentos, las telas, el estilo de su cabello, etcétera. Para muchos, lo *natural* es el sinónimo de lo *bueno*. Los juicios de valor con las variantes de la palabra 'natural' se pueden extender al infinito. Al mismo tiempo, la filosofía ambiental no proporciona una respuesta a la pregunta de ¿por qué lo natural es bueno?

Hablar de la naturaleza entraña asumir una perspectiva de todo lo que es y lo que acontece, de una cadena de eventos beneficiosos y desfavorables, de lo bello y lo espantoso, lo refinado y lo brusco, de las especies raras y las que abundan. La naturaleza comprende los sucesos más oportunos y las calamidades, las estrellas de buena suerte y los desastres. Las catástrofes son tan naturales como el fuego que destruye un bosque y la muerte de un alce en los colmillos del lobo. Denominarlos "desastres", "crueldades" o "maldades" sería valorarlos desde la perspectiva de la

víctima, sin embargo, no son ni serán contrarios a la naturaleza. G.E. Moore (1993) definió el bien como "simple, imposible de analizar y no natural".

Ahora bien, los procesos naturales que permiten a los organismos reproducirse, sostenerse e interactuar ampliamente con su ambiente, no poseen valor en virtud de ser naturales, no son intrínsecamente ni malos ni buenos. Quizás la solución del problema descansa en establecer los límites o el grado de manipulación o alteración. Si a una bacteria se le incorpora un gen con fines utilitarios, como degradar los derrames del petróleo, para la mayoría de las personas, e inclusive para algunos científicos, este tipo de modificación no tiene mayor relevancia. Pero si el gen es introducido en un tigre de Bengala, un panda o un ser humano, la oposición crece de manera geométrica, pese a que en el caso de la bacteria el gen podría representar un porcentaje alto en cuanto a su información genética, y en el animal o el humano podría representar una participación ínfima; su intromisión se magnifica por el tamaño o por su posición en la escala filogenética.

También se argumenta que las plantas transgénicas no se pueden considerar extensión de una cruce selectiva, puesto que existe un intercambio de genes que no hubiese sido posible sin la intervención de la ingeniería genética. Quienes invocan este argumento olvidan que en ocasiones se dan procesos de hibridación natural entre las plantas y en los animales, en los cuales existe un intercambio de genes similar y en ocasiones aún más aberrante. En el contexto de los cultivos agrícolas, lo 'natural' denota una planta o un fruto libre de los elementos químicos, y ahora biológicos, provenientes de fertilizantes, insecticidas y de manipulación genética. De hecho, los frutos o vegetales transgénicos pueden ser más nutritivos y más sanos que los llamados alimentos "orgánicos"; a pesar de que estos últimos pueden contener hongos, virus, bacterias, elementos cancerígenos, etcétera, el público los considera sanos y seguros. Asimismo, se juzgan los intentos de restauración ecológica por su imposibilidad de recrear las "condiciones naturales" en el sentido de "originales". Esos críticos (Elliot, 1997) olvidan que los ecosistemas son el resultado de un proceso dinámico y tienen detrás una historia evolutiva, lo que dificulta la investigación de las condiciones primigenias o iniciales.

Es difícil, si no imposible, resolver de manera empírica la percepción de la ingeniería genética como natural o no natural. La idea esencial es la de riesgo. Pocas personas se sienten cómodas sabiendo que la ciencia puede producir cualquier organismo e introducirlo donde sea y en cantidades diversas. Hay un consenso popular y gubernamental de que la tecnología debe estar regulada a sabiendas de su riesgo ambiental. Si logramos estimar el riesgo, la cuestión de lo natural en la biotecnología desaparecerá, por los menos de las preocupaciones sociales.

EL ARGUMENTO DEL CRECIENTE
CONTROL SOBRE LA NATURALEZA

Muchos comparten la idea de que la genética molecular ofrece cuantitativamente mayor control sobre los procesos naturales. ¿Aumenta realmente la ingeniería genética nuestro dominio sobre el mundo natural, o es nada más una ilusión y un buen deseo de nuestra parte? En la investigación agrícola, las malas hierbas, los insectos, las fluctuaciones del clima y la inestabilidad de los recursos hídricos, entre otros, centran la atención de los científicos y de los productores.

Son bien conocidas las consecuencias nocivas del uso de los herbicidas e insecticidas químicos debido a sus componentes de alto riesgo para la salud humana y para el ambiente. Actualmente, se han incorporado los genes responsables de la resistencia a varios herbicidas en algunos cultivos, el maíz por ejemplo, y como consecuencia disminuye el uso de aquél, los costos de producción y el impacto ambiental de los químicos. La ingeniería genética ofrece también la posibilidad de hacer plantas más resistentes a los insectos (el gen Bt-toxin de la bacteria *Bacillus thuringiensis* aumenta la resistencia a un cierto tipo de insectos) y a las enfermedades.

De igual forma, puede regular el crecimiento y el desarrollo de los cultivos y favorecer su tolerancia a fenómenos ambientales, tales como sequía, temperaturas extremas, salinidad, ozono y minerales tóxicos en el suelo. Asimismo, las plantas naturalmente resistentes a la sequía prolongada han sido cruzadas con las líneas de los cultivos comerciales. La eliminación del gen responsable de la proteína que lleva a pérdidas causadas por el frío extremo ha aumentado la resistencia de papas y fresas al daño provocado por las bajas temperaturas.

Continúa la investigación con el fin de mejorar la estructura de las raíces, ajuste metabólico y la hibernación temporal. El nitrógeno es un elemento básico en el desarrollo de las plantas; actualmente, a las plantas cultivadas se les suministra en forma de abono químico, sin embargo, las leguminosas como frijol, soya, cacahuete y alfalfa usan de manera natural colonias de bacterias (*Rhizobium* y *Klebsiella*) para extraer nitrógeno del suelo. Plantas como el maíz, arroz y avena no poseen este mecanismo, el cual constituye un fenómeno bastante complejo, todavía no resuelto; no obstante, los resultados de los estudios indican su viabilidad en el futuro. Prosiguen asimismo investigaciones con el fin de producir plantas que crecerán más rápido, incrementando la eficiencia de una enzima (ribosa-1.5-bifosfato carboxylasa-oxigenasa) que es la clave de la catálisis en el proceso de fotosíntesis para la fijación del dióxido de carbono de la atmósfera.

Hay muchas otras aplicaciones de la biotecnología en las plantas, incluso la unión de técnicas de cultivo de tejidos y la manipulación genética de características a partir de un solo gen. Actualmente, la identificación y la

transferencia de genes a plantas es una práctica relativamente común. Plantas completas son generadas a partir de células cultivadas y modificadas genéticamente. Los pesticidas microbiales, bacterias fijadoras de nitrógeno, proteínas que inhiben la congelación, hormonas de crecimiento, mejoramiento de la eficiencia de la producción y del procesamiento prometen incrementar las cosechas, bajar los costos laborales y materiales, aumentar la calidad y el valor nutritivo de los alimentos y disminuir el efecto ambiental negativo de fertilizantes y pesticidas.

No obstante las ventajas, varios grupos ambientalistas cuestionan el uso de las técnicas genéticas con argumentos sobre un creciente control humano sobre la naturaleza y las consecuencias desconocidas de los organismos modificados genéticamente en el ambiente natural. También cuestionan la creciente dependencia de ciertos insecticidas y herbicidas, pese a su baja toxicidad. Suponen que el uso de los productos químicos cada vez más elevado conlleva al aumento de la contaminación del agua subterránea y al aumento del contacto humano con residuos tóxicos. Indican el probable desarrollo de insectos, enfermedades y malas hierbas resistentes a esos insecticidas y herbicidas, y presuponen los efectos devastadores de sus posibles ataques. Señalan, entre las consecuencias sociales, la monopolización de la agricultura y el deterioro de las comunidades rurales (Krimsky y Wrubel, 1996).

Mientras tanto, según datos de 1992 (Pimentel), los insectos, los patógenos de plantas y las malas hierbas destruyeron aproximadamente el 37 por ciento de los alimentos. Los datos sobre el uso y la eficiencia de los herbicidas indican que "nuestro control sobre la naturaleza" aún sigue siendo intento frustrado. Todavía estamos muy lejos, tal vez a años luz, de poder tener un mínimo control sobre procesos biológicos tan elementales como lo son el crecimiento y desarrollo de las plantas, sin mencionar a los animales, y menos aun sobre los ecosistemas. En muchas ocasiones confundimos el daño o la destrucción del mundo natural con el control de la naturaleza por parte del ser humano. El día en que logremos, independientemente de todas las vicisitudes y azares del medio, que un huerto produzca la cantidad de manzanas que se programen y en las fechas en que se las requiere, podremos decir que hemos dado el primer paso hacia el control de naturaleza vegetal. Tampoco hemos alcanzado control alguno sobre los fenómenos naturales como sequías, lluvias torrenciales, terremotos, el efecto del "Niño", etcétera. Ni siquiera los podemos predecir con certidumbre.

Es legítimo pensar que los insectos se harán resistentes a los biopesticidas y que desarrollarán resistencia a los herbicidas químicos. Irónicamente, como lo señala Harlander (1989), la solución al problema puede descansar en un sistema radicalmente distinto de agricultura, a saber, en plantas generadas a partir de cultivo de tejidos, libres de plagas y que por

lo tanto no necesiten ningún tipo de pesticida químico; bajo condiciones de laboratorio las fluctuaciones climáticas, enfermedades y diversos imponderables dejan de ser un problema. Por su parte, la producción de los alimentos pasará a los biorreactores o laboratorios (Anderson, 1990). El cultivo de tejidos será la última racionalización del proceso de la producción de alimentos. Los factores bióticos y abióticos que afectan la seguridad de éstos quedarán en el olvido. Entre todos los cambios, nuestro supuesto dominio sobre el mundo natural seguirá siendo un buen deseo.

SOBRE EL RIESGO

Hay un riesgo en la transferencia del gen de la resistencia a las malas hierbas, cuyas habilidades de adaptación son bien reconocidas. A pesar de las técnicas y procedimientos que guían la experimentación en el campo de los microorganismos, animales y plantas modificados genéticamente, los genes únicos pueden expandirse fuera del sitio de experimentación y de la especie tratada. Microorganismos tales como bacterias se reproducen muy rápido; su fenomenal capacidad de multiplicarse está complementada por la posibilidad de transferencia rápida en las poblaciones vía plásmidos (resistencia de las poblaciones de *Staphylococcus* a numerosos antibióticos). También es real, si bien mínimo, un riesgo de la transferencia del ADN alterado a otras plantas y animales. Se argumenta que el riesgo de transmisión de los genes a las poblaciones nativas es mayor en las regiones tropicales, donde los granos cultivados están relacionados con especies nativas de plantas.

La adopción rápida de los granos resistentes, como puede ocurrir anticipando las ganancias, debería restringirse para sustentar la producción agrícola. Se puede sugerir el uso de esas semillas de acuerdo con un plan racional de manejo de las malas hierbas, un programa integral de gestión agrícola que involucre un vasto rango de métodos de control de malas hierbas en sistemas agrícolas capaces de prevenir o retrasar la aplicación de los herbicidas.

Existe una preocupación social en las regiones tecnológicamente avanzadas por el uso de la hormona bovina del crecimiento, producida por la actividad de una bacteria modificada genéticamente. El uso del producto incrementa la producción de la leche en las vacas con un mínimo incremento de pastura. Los beneficios potenciales incluyen la reducción del terreno necesario para producción diaria de la leche y de las dificultades para la disposición del excremento. El ahorro en el uso de la tierra para la ganadería puede brindar beneficios ambientales tales como la reducción de la presión económica para proyectos de irrigación, drenado de pantanos y otros desarrollo de terrenos marginales. Puede también disminuir la tala de bosques tropicales.

Hay bastantes problemas con la estimación de los riesgos distantes. ¿De qué manera las comunidades biológicas, un lago, un valle, o un elemento abiótico del ambiente, la temperatura o el clima responderán a la intervención humana? Todavía es más difícil evaluar el impacto antropogénico en las diversas comunidades de microbios responsables de muchas enfermedades de plantas y animales, y por el flujo de nutrientes para las generaciones futuras.

Algunos miran las nuevas tecnologías biológicas en agricultura con superstición y miedo de sus potenciales riesgos. Estos riesgos pueden ser desconocidos, involuntarios, o estar completamente fuera de control, amén de tener consecuencias imprevisibles e irreversibles. Cuanto más controversias despierta el tema, más riesgo percibe el público general, incluso si las evidencias científicas y estadísticas prueban lo contrario. Mientras que las personas aceptan riesgos naturales como terremotos, tornados, erupciones volcánicas, lluvias torrenciales, etcétera, difícilmente toleran otro tipo de peligro.

Vale la pena señalar que gran parte de las controversias alrededor de la ingeniería genética surge de la opinión de que no somos capaces de controlar el riesgo. Ignorancia de los beneficios y de las desventajas potenciales de la biotecnología generaron desconfianza. En consecuencia, hay mucha insistencia en establecer regulaciones que nos puedan proporcionar alguna ilusión de seguridad y, en su caso, compensaciones económicas. Efectivamente, las campañas anteriores que sensibilizaron al público sobre las desventajas y posibles riesgos de la biotecnología, aunados a los otros argumentos sobre esta caja de Pandora que abrió el DNA recombinado, resultaron en regulaciones estrictas dentro y fuera de los laboratorios.

SOBRE LA ÉTICA

¿Qué puede aportar la ética cuando los conocimientos son nuevos, riesgosos, fragmentarios e inconclusos? ¿Qué y cuánto debemos saber antes de decidir lo que debemos o no debemos hacer? ¿Podemos sacrificar algunos individuos, ecosistemas o poblaciones con el fin de beneficiar a otros, acorde con las viejas consideraciones utilitaristas? ¿De qué manera hay que tomar en cuenta el bienestar de otros? Al abordar los problemas del impacto ambiental y las tecnologías genéticas, éstas constituyen las preguntas básicas.

Los adversarios del uso de las técnicas de manipulación biológica indican los riesgos y posibles efectos dañinos; los que las favorecen ven beneficios. Mientras ambas posiciones representen nada más anticipaciones de los posibles perjuicios o ventajas, el juicio ético debe considerarlas conjuntamente. Vale la pena reconocer que en el tiempo ecológico y evolutivo el bien no surge automáticamente del bien. Lo que ahora parece

un mal puede beneficiar ampliamente al ambiente natural en los años venideros incluso maximizar el bienestar humano.

El impacto de la ingeniería genética comprende todos los valores de los que se ocupa la ética ambiental en sus varias facetas, inclusive los valores pecuniarios que juegan un papel poderoso en todas las consideraciones acerca de las aplicaciones de la ciencia. Pone en juego la salud y la seguridad, la nuestra y la de otras criaturas vivas, los valores estéticos y culturales de la naturaleza, aun la integridad del ser humano como guardián de la naturaleza. ¿Qué tipo de regulaciones hay que promover cuando los desacuerdos rodean cada problema de la ingeniería genética? ¿Puede el diálogo entre científicos, ciudadanos y el gobierno definir el significado de los valores ambientales, de la justicia y de la seguridad ambiental?

La reflexión de la ética ambiental abarca varias posiciones respecto a los entes vivos no humanos y hacia las entidades colectivas, tales como especies y ecosistemas. Dentro de su corriente antropocéntrica podemos reconocer las obligaciones morales hacia el ser humano o grupos humanos específicos, como los campesinos o los productores de leche, pero tal como estas posiciones se presentan, parecería que no han anticipado los avances de la ciencia.

De acuerdo con una definición, la ingeniería genética es, en términos sencillos, seleccionar un gen de un organismo e insertarlo en otro (Yan-chinski, 1987). Esta definición marca el aspecto técnico (aislar un gen e insertarlo) que diferencia las nuevas técnicas de la selección genética anterior y también del grado de transferencia natural de genes entre especies a causa de la cruce de híbridos infértiles. Sin embargo, debido al gran desarrollo biotécnico, esta definición ha sido rebasada. La Comunidad Europea define el OMG como el material genético que ha sido alterado de tal manera que rebasa las barreras naturales de cruzamiento y recombinación. (The Royal Commission on Environmental Pollution, 1989, p. 9).

Las técnicas biológicas han sido usadas durante milenios. Los sumerios y babilonios usaron la levadura para hacer cerveza hace 8 000 años. La selección genética tampoco es nueva. El maíz y el trigo, por ejemplo, no se parecen mucho al *Teozinte* y *Tripsacum*, sus parientes más cercanos, y dependen totalmente de los cuidados del ser humano para su sobrevivencia. Asimismo, los animales han sido sujetos de crianza selectiva durante miles de años.

Igualmente, algunos métodos que actualmente consideramos tradicionales, tales como el entrecruzamiento de las plantas o de los animales, la inseminación artificial, inclusive la introducción de la leche pasteurizada, han causado polémicas éticas. Se han cuestionado las consecuencias y el contexto moral de todas esas prácticas y de todos los productos nuevos.

POR QUÉ LA ÉTICA AMBIENTAL
CENSURA LA MANIPULACIÓN GENÉTICA

Primero hay que recordar que la ética ambiental surge a partir de la crisis ambiental global, producto de la actividad humana motivada por sistemas de valores que justifican tales acciones bajo la imagen del ser humano como dueño de la Tierra. La ecología profunda, que cuestiona dichos valores y propugna una transformación completa de la sociedad, critica el sesgo antropocéntrico de la ingeniería genética al reforzar el argumento de la dominación humana del mundo natural (Kwiatkowska y J. Issa, 1998). Los abogados de esa corriente ambientalista juzgan la biotecnología como el deseo antropocéntrico para engrandecer nuestro poder sobre la naturaleza. Entre las muy diversas críticas que se dirigen hacia las tecnologías genéticas, defienden "lo natural" para oponerse a las posiblemente letales tendencias del prometeísmo. Temen la desaparición del proceso espiritual espontáneo que provoca el contacto con las montañas o los animales salvajes, y que lleva a la identificación con el resto de la naturaleza. Preguntan si será posible expandir el afecto que tenemos hacia las cosas o criaturas *naturales* a un animal transgénico o clonado. Dicho sea de paso, equiparan nuestra actitud ante los OMG a la que podemos tener al encontrar una botella de coca-cola (McKibben, 1990). En un nivel mayor de exceso, llama a una aclaración la manera de reconocer a un ser vivo genéticamente modificado. El problema ontológico desaparece entre los refrescos.

Desde la perspectiva de la ecología profunda las técnicas genéticas presuponen, en vez de la revaloración metafísica del ser humano, el fin de la naturaleza. Ahora bien, la ecología profunda encuentra sus raíces en la "ética de la Tierra" de Aldo Leopold (1887-1948), que incluye a los ecosistemas en la preocupación moral. Esta ampliación del ámbito ético significa la consideración de las consecuencias de nuestras acciones tomando en cuenta a toda una comunidad de partes interdependientes. Así debemos entender el sentido de su famosa frase: "Una cosa es correcta cuando tiende a conservar la integridad, la estabilidad y la belleza de la comunidad biótica, es incorrecta cuando tiende a lo contrario". Esta norma entraña un llamado a la conservación y no al cambio de las características naturales de las especies.

Los holistas biocéntricos, que consideran moralmente valiosos a los individuos, asumen que la manipulación genética pone en peligro el *telos* de un animal, lo que califican de inmoral. Rolston asume que dicho *telos* está en su código genético (la información genética proporciona el *telos* al organismo, a saber, la dirección de su desarrollo.) Rolston sigue argumentando que esta información genética forma también un conjunto normativo: lo que genéticamente es, debe, por lo tanto, ser. No obstante, más allá de los detalles, podemos llegar a conclusiones bastante incómodas en los

casos de los códigos genéticos “dañados”. A continuación, Rolston asume que las especies poseen la integridad, individualidad y el derecho de vivir (Rolston, 1992). En consecuencia, cualquier intervención genética afectaría necesariamente a la especie, ya sea nueva a partir del individuo transformado o la procedente.

En fin, sobre la base del argumento de la creciente dominación del mundo natural, los partidarios de la postura biocéntrica rechazan las prácticas de la ingeniería genética, poco moral en la época de crisis ambiental provocada por las acciones humanas. Por otra parte, asumen que los organismos individuales y las colectividades poseen un valor en sí, por tanto, la intervención genética en su *telos* o su integridad es censurable.

La postura que aboga por una ética basada en los principios de la integridad o la salud ambiental igualmente impugna cualquier intervención sobre los ecosistemas. Westra (1998) define la integridad ecológica como la capacidad óptima del desarrollo de las potencialidades del ecosistema dentro del tiempo y el espacio. La “integridad del ecosistema” se sustenta en la óptima biodiversidad posible, que es la base de la información y del potencial genético. Un sistema íntegro retendrá su habilidad de cambio y de desarrollo continuo y, por lo tanto, retendrá su “excelencia” en el sentido aristotélico. El sistema posee “integridad” cuando en su estado natural está libre de la intervención humana, cuando es un sistema no administrado, aunque ya no prístino (Kwiatkowska y López-W., 1998). Si bien nunca claramente definidos como conceptos científicos ni prácticos para los fines del manejo de ecosistemas, esas ideas promueven la ilusión de teorías éticas y científicas completas que pueden y deben guiar las sociedades a la eco-salvación. Esas críticas dan la impresión de que los protagonistas de la ingeniería genética son los abogados del diablo, los representantes de la ignorancia y de la codicia, además de ser los portadores de una moralidad depauperada.

Desde que el simbolismo del discurso sobre la biodiversidad ha ganado la conciencia social, las partes invocan el argumento de la diversidad en cualquier discurso pro y contra la biotecnología. Algunos filósofos (Fox, 1992) asumen la incompatibilidad de los intereses industriales que usan la biotecnología y los de la biodiversidad. Otros indican que patentar los recursos genéticos puede disminuir la variedad de las plantas, y que socialmente implica el control de las grandes compañías sobre esa diversidad (Hettinger, 1995). La centralización que aparentemente implica la ingeniería genética promueve la uniformidad y erosión de la información hereditaria (Shiva, 1990,1993). Los censores olvidan que las nuevas técnicas tienen la capacidad de aumentar la productividad, liberando así más terreno para los propósitos de conservación y/o restauración ecológica. Tampoco recuerdan que las plantas, animales y los microorganismos inter-

genéricos enriquecerían la biodiversidad existente. Hay que tener presente que la mayoría de los organismos transgénicos han sido incapaces de reproducirse libremente en la naturaleza; ni siquiera pueden existir sin la ayuda y el cuidado del ser humano.

Tampoco faltan los argumentos teológicos sobre la arrogancia humana. La alegoría de Mary Schelley se ha convertido en un argumento casi bíblico contra los intentos científicos de cruzar las barreras de la naturaleza. Ni la biotecnología, ni la ingeniería genética crean vida de la materia muerta, pues sólo incrementan nuestra capacidad de modificar la forma y/o funcionamiento de los organismos vivos. No obstante desde el primer descubrimiento de DNA recombinante, el advenimiento de la ingeniería genética ha causado ese tipo de críticas teológicas.

Muchos filósofos ambientales consideran a la naturaleza valiosa intrínsecamente y por tanto digna de consideración moral. El respeto a toda forma de vida lleva al absurdo; somos organismos vivos y desde que surgimos como especie biológica no podemos seguir viviendo sin destruir otras formas de vida. Los procesos biológicos pueden ser vistos como instrumentales y entonces así las ciencias naturales aseveran que no existe una diferencia sustantiva entre las entidades originadas en el proceso de mutación natural del DNA y los que resultan de los procesos en los que se altera una sección del código genético; si negáramos estos últimos, sería negar nuestros propios orígenes. Por lo tanto, cuando evaluamos los procesos biológicos como instrumentales, la naturaleza y los procesos naturales no poseen valor.

Justificar moralmente el uso de la ingeniería genética requiere contextualizar los derechos de los agentes morales humanos y no humanos. Así, es probable que la gente aceptará el uso de microbios genéticamente modificados para limpiar los desechos tóxicos (p. ej., derrames de petróleo) puesto que el beneficio de sus acciones será mucho más grande que el valor de los propios microbios *per se*.

Lo que exige la postura biocéntrica es la aceptación, por parte de la sociedad, de la existencia de intereses morales fuera de la especie humana. Tomarlos en cuenta no perjudicará los avances de la ingeniería genética; es posible su desarrollo tomando en cuenta la preocupación por sus implicaciones para nuestras relaciones con el mundo no humano y para las especies mismas. De hecho, en todos los laboratorios e institutos de investigación biológica se cuenta con normas estrictas para la manipulación de animales.

Desde luego, es ingenuo esperar una solución puramente filosófica a tales cuestiones. Hay muchos países en el mundo cuyas políticas menos restrictivas pueden atraer a los laboratorios guiados exclusivamente por intereses económicos, hecho que es una práctica bastante común en materia de las industrias contaminantes. La investigación genética va a

seguir guiada por las reglas del mercado y en la gran mayoría de los casos por buenas intenciones filosóficas. Lo preocupante son los intereses pecuniarios que ganarán prioridad sobre las necesidades sociales. ¿Qué es prioritario, una langosta gigante, fácil de comer y con su gran sabor resaltado, o las siembras resistentes a enfermedades? Si bien la respuesta parece ser obvia, las voces de los pobres y más necesitados no tienen mucho peso, y el ambiente todavía menos.

UNA DIFERENCIA DE TIEMPOS

Existe una enorme disparidad respecto a los tiempos en los que la ingeniería genética y la reflexión ética abordan un tópico en común, además de las diferencias metodológicas y de contexto existentes entre ambas disciplinas.

La gran mayoría de las propuestas de la ética ambiental han permanecido dentro de los círculos intelectuales sin lograr trascender, y mucho menos permear la sociedad. Tal vez la única excepción sea la "ética de la Tierra", de Aldo Leopold, sin embargo su influencia se ha debilitado con el transcurso del tiempo. A menos de treinta años de haber alcanzado su apogeo y de haber promovido el surgimiento de la ética ambiental como una propuesta sobre la forma de relacionarnos con la naturaleza, pocos en estos días recuerdan sus ideales. Menos aún tratan de poner en práctica sus principios ante los embates de la biotecnología.

Los avances en ingeniería genética se suceden día a día; está lejos de concluir la revisión de los conceptos y de las diversas teorías científicas en que ésta se apoya; cotidianamente se proponen nuevos términos y se abren nuevas áreas o campos por investigar. Los intereses científicos y los económicos favorecen su rápido desarrollo. La industria farmacéutica invierte grandes sumas en este campo, así como otras ramas industriales (alimentos, fertilizantes, etcétera), los productores rurales (ganaderos, agricultores, etc.) y los propios gobiernos, a través de los institutos de investigación superior. Todavía son pocas las universidades que tienen una cátedra de ética ambiental, pero prácticamente todas las instituciones de educación superior ofrecen cátedras sobre ingeniería genética y desarrollan algún tipo de investigación a ese respecto.

Es necesario distinguir claramente entre los logros y beneficios que nos proporciona la ingeniería genética, tener muy claro cuáles son sus potencialidades y sus riesgos. Hay que descartar las más impactantes pesadillas y tener muy en cuenta que muchos de los aspectos que mencionan sus detractores son simples especulaciones carentes de fundamento, que no pueden siquiera caer dentro del campo de la ciencia ficción. Debemos seguir el ejemplo de la bioética, en donde a partir del dilema que plantearon los trasplantes de órganos a fines de los años sesenta e inicios de los setenta, rápidamente surgieron propuestas para normar y legislar estas

prácticas. A raíz del primer trasplante de corazón, efectuado el 4 de abril de 1968, se suscitó una gran polémica, tal vez mayor que la motivada recientemente por la clonación de una oveja. Actualmente los trasplantes han perdido su sensacionalidad y forman parte de nuestra vida diaria.

Cada código ético, para resultar valioso y guiar a una decisión justa, requiere la flexibilidad contextual. Los preceptos absolutos muy pocas veces resuelven los dilemas éticos de nuestras relaciones con el mundo natural. Los discursos morales son contruidos como esencialmente una lista de directivas, afirmaciones o prohibiciones morales.; no objetamos la búsqueda y seguimiento de los preceptos morales, simplemente, las normas son más beneficiosas dentro de una narrativa cultural específica. La fortaleza de una idea ética reside, sin duda, en sus aplicaciones y en su capacidad de concertar nuestras voluntades frente a las aplicaciones prácticas de los hallazgos científicos.

El uso de la ingeniería genética nos enfrenta con sucesos y circunstancias nuevas e idiosincrásicas que sitúan al agente moral en una complejidad de eventos carentes de una experiencia ética previa. La reflexión ética tradicional equipara la acción del individuo con el acto de juicio, o mejor dicho, con su facultad de adaptar principios a circunstancias dadas. Igualmente, pretende emitir un juicio seguro y cierto, tarea que imposibilita la complejidad de los adelantos de la ingeniería genética.

Los retos de la biotecnología, con su cambio constante de escenarios y eventos, implican actos particulares. Las irregularidades de los sucesos, la ausencia de un patrón o de los criterios fijos favorecerá el ejercicio de la *frónesis*, a la manera de Aristóteles, como una comprensión justa de las exigencias circunstanciales a la luz de los principios éticos.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, W. T. (1990), "Food without farms: The biotech revolution in agriculture," *The Futurist* 2: 16-22.
- Fox, M. W. (1992), *Superpigs and wondercorn*. New York: Lyons & Burford.
- Finchman, J. R. S. and J. R. Ravetz (eds.), *Genetically Engineered Organisms: Benefits and Risks*. Toronto, Buffalo: University of Toronto Press.
- Gunasena, K. T., J. R. T. Lakey, P. M. Villines, M. Bush, C. Raath, E. S. Crister, L. E. McGann y J. K. Kritser. (1998), "Antral follicles develop in xenografted cryopreserved african elephant (*Loxodonta africana*) ovarian tissue," *Animal Reproduction Science* 53: 265-275.
- Harlander, Susan. (1989), "Food biotechnology: Yesterday, today, and tomorrow," *Food Technology* 43: 194-206.
- Hawksworth, D. L. (1994), "Biodiversity in microorganisms and its role in ecosystem function," in O. T. Solbrig, H. M. van Emden and P. G. W. J. van Oordt (eds.), *Biodiversity and Global Change*. pp. 85-95. Wallingford: CAB International.
- Hettinger, N. (1995), "Patenting life: Biotechnology, intellectual property, and environmental ethics," *Boston College Environmental Affairs Law Review* 22: 267-305.
- Jordan, W. III, Gilpin, M. E. y Aber, J. D. (1987), *Restoration Ecology: A Synthetic approach to Ecological Research*. N Y: Cambridge University Press.
- Kwiatkowska, T. y J. Issa (Comps.) (1998). *Los caminos de la ética ambiental. Una antología de textos contemporáneos*. México: Plaza y Valdez.
- Kwiatkowska, T y R. López-Wilchis. (1998), "Reflexiones críticas sobre la ética de la integridad", *Contactos* 27: 36-46.
- Krinsky, Sh. and R. Wrubel (eds.) (1996), *Agricultural Biotechnology and the Environment. Science, Policy and Social Issues*. Urbana and Chicago: University of Illinois Press.
- McKibben, B. (1990), *The End of Nature*. Harmondsworth: Penguin.
- Moore, G. E. (1993), *Principia Éthica*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pimentel, D, et al. (1992). "Environmental and economic costs of pesticide use," *Bioscience* 42: 750-60.
- Rollin, B. E. (1995), *The Frankenstein Syndrome: Ethical and Social Issues in the Genetic engineering of Animals*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rolston, H, (1992), *Environmental Ethics: Values in and Duties to the Natural World*. Philadelphia: Temple University Press.
- The Royal Commission on Environmental Pollution (1989), *The Release of Genetically Engineered Organisms into the Environment*. London: HMSO.
- Shiva, V. (1990), "Biodiversity, biotechnology and profit: The need for a people's plan to protect biological diversity," *The Ecologist* 20: 44-47.
- (1993), *Monocultures of the Mind: Biodiversity, Biotechnology and Scientific Agriculture*. London: Zed Books.
- Westra, L. (1998), *Living in Integrity. A Global Ethic to Restore a Fragmented Earth*. NY: Rowman and Littlefield Publishers.
- Yanchinski, S. (1987), "Boom and bust in the bio-business," *New Scientist*.