



*El Director de
la Real Sociedad Económica de Amigos del País
de Valencia*

Se complace en invitar a usted a participar en los actos que bajo el título general:

**MENDEL: NACIMIENTO, DESARROLLO Y FUTURO
DE LA GENÉTICA**

Se celebrarán en los locales sociales, plaza de Nules, 2, Valencia, para conmemorar el primer centenario de la muerte de este insigne científico.

DIA 22. PONENTE: D. DOLORES OCHANDO GONZALEZ.—Profesor Adjunto de Genética. Univ. Complutense. Madrid.

Disertará sobre: NACIMIENTO DE LA GENÉTICA: HERENCIA Y EVOLUCION.

HORA: 19'30 horas.

DIA 23. PONENTE: D. ANTONIO PREBOSTI PELEGRIN.—Catedrático de Genética. Univ. Central de Barcelona.

Disertará sobre: DESARROLLO DE LA GENÉTICA: 100 AÑOS DESPUES DE MENDEL.

HORA: 19'30 horas.

DIA 24. MESA REDONDA: FUTURO DE LA GENÉTICA: CONTROL GENÉTICO Y ESPECIE HUMANA.

HORA: 19 horas.

MODERADOR: D. JOSE L. MENSUA FERNANDEZ.—Catedrático de Genética. Univ. de Valencia.

PONENTES: D. JOSE IGNACIO CUBERO SALMERON.—Catedrático de Genética y Mejora. E. T. S. I. A. de Córdoba.

D. DOLORES OCHANDO GONZALEZ.—Profesor Adjunto de Genética. Univ. Complutense. Madrid.

D. JOSE E. RODRIGUEZ IBAÑEZ.—Catedrático de Sociología. Universidad Complutense. Madrid.

Patrocina: Excm. Conselleria d'Educació i Cultura. Generalitat Valenciana

FUTURO DE LA GENÉTICA: CONTROL GENÉTICO Y ESPECIE HUMANA.

**LOCALES DE LA SOCIEDAD
Mayo 1984**

INTRODUCCION: CONTROL GENETICO y ESPECIE HUMANA

José L. Mensúa Fernández

Para plantear el futuro de la Genética hemos de referirnos, aunque sólo sea muy brevemente, al pasado. La Genética, como todos saben, tuvo sus comienzos en un oscuro convento de agustinos, en el Imperio Austro- Húngaro, gracias al tesón y curiosidad de un monje, Gregorio Mendel, del que celebramos este año el centenario de su muerte. La Genética, en estos cien años, se ha convertido en una ciencia multidisciplinar, que ha progresado gracias no solamente a biólogos o médicos, interesados en diversas áreas, como la Botánica, la Zoología, la Microbiología, la Citología, la Agronomía, etcétera, sino también a especialistas en otros campos científicos, como la Bioquímica, la Biofísica, las Matemáticas, llegando incluso a desbordar aquellas áreas estrictamente experimentales para interesar a filósofos, sociólogos, economistas e incluso políticos, por las implicaciones que los descubrimientos genéticos están teniendo ya para la humanidad.

Los componentes de la mesa redonda que me acompañan, y yo mismo, vamos a intentar plantear, lo mejor posible, hacia dónde puede dirigirse la Genética en el futuro, y, yo diría más, hacia dónde pueden dirigir a la humanidad los descubrimientos genéticos.

El objetivo de la Genética es, de acuerdo con la definición dada por Bateson en 1902, el estudio de la variabilidad biológica y de la transmisión de dicha variabilidad. Toda variabilidad biológica depende, por un lado, de la información contenida en el DNA, y por otro de la interacción de dicha información y el ambiente en donde se expresa. La variabilidad, a nivel molecular, está codificada en forma de secuencias de pequeñas moléculas, los nucleótidos, cuyo orden constituye un mensaje genético.

Pero antes de que se conocieran estos hechos, el hombre, de manera intuitiva, se había aprovechado de la variabilidad que se expresa a nivel morfológico, practicando selección artificial. La domesticación de animales y plantas, la práctica de la selección de los mejores desde el punto de vista productivo, así como de la diversificación de formas obtenidas por los mejoradores, no es más que la utilización por el hombre de la variabilidad biológica en provecho propio. Con la Genética, este proceso se formaliza y se realiza con mayor rigor científico. Técnicas citogenéticas y de hibridación que facilitan, sobre todo en vegetales, la reunión de características de especies próximas, potencian extraordinariamente la mejora. Norman Bourlag recibe el premio Nobel de la Paz, en 1970, precisamente por su contribución a la Revolución Verde, «por la aplicación de los conocimientos genéticos a la producción de alimentos».

Pero el hombre no se contenta con aprovechar la variabilidad que surge espontáneamente, quiere dirigir la variabilidad provocándola de manera intencionada. Aunque los primeros hallazgos son prometedores, las mutaciones inducidas artificialmente, tanto por radiaciones (Muller, 1927) como por sustancia química (Auerbach, 1946), no pueden dirigirse hacia objetivos concretos. Realmente no se conoce por esas fechas cuál es la molécula responsable de la herencia. Watson y Crick, en 1953, provocan una auténtica revolución en el mundo científico: proponen la hipótesis de la estructura del DNA, que es reconocido desde entonces como la molécula hereditaria, pasándose de una investigación genética con técnicas mendelianas, al desarrollo de la llamada Genética Molecular. En 20 años se logra descifrar gran parte de las características de la molécula hereditaria, y es por este camino por donde va a venir la modificación dirigida de la herencia.

Las bacterias, como organismos de investigación, desempeñaron un papel muy importante en este período. No obstante, los modelos de transmisión de la información son muy diferentes a los de los organismos superiores. Para un espectador el estudio de estos mecanismos podría constituir sólo un oscuro *divertimento* académico, útil nada más que para llenar la curiosidad del científico.

Una bacteria puede transmitir información genética a otra por contacto y transferencia de una copia de su DNA. También por incorporación de una molécula de DNA libre en el medio. Y, por último, mediante un virus, que se constituye en vehículo del DNA de una bacteria a otra. En los tres casos la bacteria receptora debe integrar el DNA extraño en su propia información genética mediante un proceso de recombinación. Este proceso consiste, en muchos casos, en la sustitución de la información genética de la bacteria por las del DNA extraño, cambiando por consiguiente sus características. No obstante, en algunos casos la información puede quedar dentro de la bacteria unida a unos elementos autónomos denominados Plásmidos. Estos son pequeñas moléculas de DNA, independientes de la información genética de la bacteria y que confieren a ésta ciertas características sexuales, de resistencia a antibióticos o de producción de sustancias nocivas para otras células.

Estudiando estos procesos se descubrieron hace unos 20 años unas enzimas que cortan la molécula de DNA en lugares concretos. Estas enzimas reconocen una determinada secuencia de nucleótidos y destruyen el enlace químico que mantiene unida la cadena. Las bacterias producen como defensa frente a la invasión de DNA de virus patógenos. La utilización de estas enzimas en el laboratorio permitió recuperar fragmentos definidos de una molécula y dio lugar al desarrollo de una tecnología cuyas consecuencias para el desarrollo de la humanidad son incalculables. En esto, y al menos por una vez, científicos y políticos están de acuerdo.

¿En qué consiste esta tecnología? Al principio de la década de los 70 los científicos fragmentaban moléculas de DNA, las unían a un plásmido bacteriano, y de esta forma se lograba la multiplicación de dicho fragmento en el interior de millones de bacterias. Esta técnica, denominada de DNA recombinante y de Clonación, permitía, por un lado, estudiar a fondo la estructura del material genético, pues se conseguían millones de copias de un gen, imposibles de obtener de otra manera, y por otro obtener sustancias biológicas importantes desde el punto de vista médico en grandes cantidades y con una pureza extraordinaria. Un gen se puede aislar en el laboratorio, introducirlo en una bacteria e informar a dicha bacteria para que sintetice el mensaje de dicho gen como si fuera propio. De aquí a poder modificar la herencia, sustituyendo a genes patógenos, o «sintetizar» en el laboratorio organismos con la información genética deseada por el científico, hay pocos pasos.

El impacto que estas técnicas puedan tener en la sociedad es inmenso. Pero también se presentan riesgos; de hecho, en los comienzos de la aplicación de las mismas muchos científicos llamaron la atención sobre posibles riesgos biológicos, al introducir genes de diversos orígenes en bacterias o en otras células. La pugna entre los que apoyan una libre investigación científica, sin barreras, y los que temen a medio o largo plazo una ruptura del delicado equilibrio obtenido tras millones de años de evolución se planteó con toda su crudeza. El Instituto Nacional de la Salud (N.I.H.) de los Estados Unidos, después de múltiples reuniones entre científicos, estableció unas líneas maestras, con prohibiciones y medidas precautorias, para evitar riesgos en experimentos incontrolados. Diez años después el temor, si no ha desaparecido, sí ha disminuido grandemente. Por un lado, las mismas técnicas de Ingeniería Genética han evidenciado que la tecnología aplicada por el científico en el laboratorio es «utilizada» de manera natural por los seres vivos. Moléculas de DNA «saltadoras», que se insertan en diversos puntos del genoma de una bacteria o célula de organismos superiores, e incluso que pasan de un organismo a otro, son un fenómeno reconocido cada vez con mayor frecuencia. Por otro, la práctica de las técnicas en cientos de laboratorios de todo el mundo ha permitido conocer los riesgos reales, que no son tan grandes como se temía. Pero, sobre todo, los enormes beneficios que empiezan ya a ser patentes, e incluso «patentados» en estricto sentido comercial, alejan cada vez más los temores y nos enfrentan con mayor libertad hacia el control de nuestra propia herencia.

EL FUTURO DE LA MEJORA

José Ignacio Cubero Salmerón

Al hablar sobre el futuro de la *Mejora Genética* se tiene una tentación inmediata: lanzarse a la utopía tomando como base los avances increíbles de la Biología Molecular en los últimos años. Describir todo un mundo en el que las plantas de trigo no sólo utilizan directamente el nitrógeno y el azufre atmosféricos, sino que además pueden tener flores como orquídeas, es algo que se lee y oye a diario. No dudo que tales cosas se puedan conseguir, pero creo que el futuro tratable en términos de predicción no tiene un límite superior a los cincuenta años, y aún rebajaría esta cifra a los treinta, más o menos el lapso de una generación. Así que me restringiré a ese período, dentro del, cual se pueden hacer sugerencias que tengan visos de realidad.

Para analizar el futuro de la *Mejora Genética* debe considerarse que es una I rama de la Genética que tiene aplicaciones técnicas inmediatas y que, por tanto, contiene elementos científicos -aún mejor, científico-técnicos, y luego se verá el porqué de esta precisión- y elementos de organización que conciernen a la aplicación de los avances científicos. Trataré ambos aspectos por separado tras una breve, pero creo que necesaria, introducción al pasado de la Mejora.

1. LAS ETAPAS HISTÓRICAS DE LA MEJORA

En otro lugar he descrito con más detalle lo que aquí va a ser brevemente resumido. En primer lugar: la Mejora ha existido desde que existe Agricultura; el proceso de domesticación en plantas y animales es una mejora inconsciente -al menos así lo calificamos ahora- que es consustancial con el desarrollo de las técnicas agrícolas. Nuestros predecesores nos legaron una gran cantidad de plantas cultivadas de gran riqueza genética y con maravillosos ajustes a las condiciones ambientales, tales que aún hoy sorprenden al mejorador científico-genético-consciente.

Con el despertar de la agricultura científica en el siglo XVIII también se pone en marcha la *mejora pre-genética*, pero ya científica. Indudablemente científica: baste mencionar la consciente domesticación de la remolacha azucarera a caballo entre el dieciocho y el dieinueve, y la selección posterior llevada a cabo por mejoradores, en el sentido más moderno de esta palabra, que idearon procedimientos que hoy usamos. Esta mejora científica pregenética no es en absoluto indiferente al nacimiento de la Genética como ciencia en el siglo XX. En efecto, es ya bien conocido que el origen de los trabajos de Mendel se enmarca dentro de un ambiente de pura mejora vegetal en su país natal. Ambiente de mejoradores científicos, que participaban con entusiasmo en la polémica transformista pre y postdarwiniana. Mucho más conocido resulta el hecho de que la «Conferencia sobre Hibridación y Mejora de Plantas» celebrada en Londres en 1906

pasó a denominarse, a propuesta de Bateson, «Tercera Conferencia Internacional de Genética». ¿Cuáles habían sido las dos primeras? Pues la «Conferencia Internacional sobre Hibridación», y la «Conferencia Internacional de Mejora de Plantas e Hibridación», celebradas respectivamente en Londres (1899) y Nueva York (1902).

Finalmente, la *Mejora Genética*, resultante de la absorción por los mejoradores de principios de siglo de la joven ciencia que ellos mismos habían contribuido a fundar. Tras la puesta a punto de lo que hoy llamamos «Ingeniería Genética», realizada sobre todo en la última década, cabe pensar en el comienzo de una cuarta época, la *Mejora Molecular*, de cuyas posibilidades me ocuparé inmediatamente junto con otros aspectos concernientes al futuro de la Mejora en general.

2. EL FUTURO DE LA MEJORA: LOS ASPECTOS TÉCNICOS Y CIENTÍFICOS

Repitiendo algo que ya ha quedado dicho antes, Agricultura y Mejora son dos caras de una misma moneda. El futuro de la Mejora estará solidariamente unido, pues, al de la agricultura. Si ésta volviera a ser la que se practicaba en la Edad de Bronce, el espectro de especies y de variedades a utilizar diferiría grandemente del actual, sin que esto quiera decir que se volviera a la misma estructura que la de la Edad de Bronce: los puntos de partida para los agricultores-mejoradores serían completamente distintos. Pero es difícil pensar que tal cosa pueda ocurrir. Verosímilmente, la agricultura del futuro, y de un futuro lejano, será prolongación de la actualmente existente en los países desarrollados y que, a diferencia de otros tipos de economía, trata de maximizar el rendimiento económico por unidad de superficie y tiempo.

Ahora bien, bajo este prisma no todos los cultivos que llegaron a nuestras manos tienen las mismas posibilidades, ni siquiera desde un punto de vista estrictamente biológico. Ello ha conducido a una competencia entre especies que ha dejado en el camino a un número nada desdeñable ni en cantidad ni en calidad. O mejor dicho: que ha logrado imponer un escaso número de especies cultivadas frente a una mayoría que ocupa un área cada vez más restringida. La posibilidad de mecanización en todas las fases del cultivo, la uniformidad del producto para su comercialización, la facilidad de transformación o conservación del mismo, el rendimiento por unidad de superficie y tiempo, etc., han sido y son factores decisivos para que un cultivo permanezca o desaparezca. Compárese por ejemplo, dentro del grupo de productores de hidratos de carbono, los mijos asiáticos con el trigo o la avena.

Los mismos criterios llevan a una feroz competencia entre variedades dentro de una especie. Es bien conocido el empobrecimiento genético de las especies más ampliamente cultivadas, que ha llevado en tiempos recientes a grandes desastres causados por enfermedades y plagas. La causa es que así como es rara la combinación genética que produce una flor de gran calidad, también lo es el genotipo responsable de la alta producción. Tales genotipos son costosos de obtener, bien sea por estudio de colecciones o por cruzamientos. Una vez obtenidas, se las utiliza como formas recurrentes para agregarles caracteres auxiliares útiles: resistencia, calidades, etcétera, de tal forma que cada especie cultivada se va restringiendo a un cultivo básico o a unas pocas variedades fuertemente emparentadas entre sí.

El futuro no hará más que reforzar la línea evolutiva apuntada: restricción del número de especies y de variedades dentro de cada cultivo. Y aquí entra ahora en acción la Genética Molecular -la mejora del futuro- y la utopía. En efecto, puede llevarse la evolución reseñada hasta el extremo: ¿por qué no restringir aún más y más rápidamente el número de especies? Si los cultivos que sobrevivieran fueran trigo, maíz y arroz, cosa muy probable, ¿por qué no agregarles una cualidad que no tienen -la riqueza proteínica? Ya se intentaron los híbridos somáticos soja x trigo, mediante fusión de protoplastos, sin éxito. La Ingeniería Genética ofrece mejores perspectivas: se toman los genes precisos y se los transfiere al complemento cromosomático del cereal receptor. Es raro el día en que la prensa diaria no nos trae algo sobre el tema: para escribir sólo hace falta papel y lápiz.

Pero queda aún mucha tela -y mucho ADN- por cortar. Aun admitiendo que un gen se incorpore al ADN de otra especie -en el caso citado puede haber docenas-, debe expresarse. Aún expresándose, debe transmitirse de forma estable, y no debe inactivarse por mutación o incompatibilidad con alguno de sus nuevos compañeros, y aún entonces, tal cosa se habrá conseguido en el material más favorable desde el punto de vista de la técnica empleada, que puede no ser el mejor desde el punto de vista agronómico (como recuerdo: la variedad de trigo más útil desde el punto de vista citogenético, «Chinese Spring», es absolutamente inútil en la práctica agrícola), con lo que se habrá obtenido un material de partida estupendo para un programa de mejora clásica. La gran utilidad de la Ingeniería Genética será, en mi opinión, ofrecer dicho tipo de materiales; sustituir, en definitiva, a la mejora por mutación, en la que tantas esperanzas se depositaron y a la que aventaja en prescindir del azar, al menos en gran medida, ya que la Ingeniería Genética parte de genes ya existentes, aunque en otras especies.

(Me pregunto, de todas formas, retomando el ejemplo citado, tantas veces leído, si no sería más fácil conseguir una leguminosa, que ya tiene su *Rhizobium* con sus genes fijados de nitrógeno, más productiva: a lo mejor bastaba con un simple programa de Mejora clásica.)

Resumiendo: en el futuro predecible creo que los mejoradores utilizarán como materiales de partida en sus programas de cruzamientos variedades que incluirán alguna incorporación de ADN extraespecífico con objeto de incrementar la variabilidad genética, cada vez más exigua. Que este empequeñecimiento de la variación, con su cortejo de problemas asociados, será la gran preocupación de los mejoradores, pues la Ingeniería Genética no puede cubrir a corto plazo la pérdida de genes que está ocurriendo por el «lavado» de especies y de variedades. Y, finalmente, que el dilema en el que se debatirá el mejorador será la opción entre obtener nuevas formas que ayuden a reducir el déficit alimenticio de la humanidad (mayor riqueza nutritiva por unidad de peso) y obtener nuevas formas que incrementen el rendimiento económico (mayor número de pesetas por hectárea y año), formas que no tienen por qué coincidir. Es más, que casi nunca coinciden.

3. EL FUTURO DE LA MEJORA: LOS ASPECTOS DE ORGANIZACIÓN .-

Una variedad muy productiva puede verse atacada por plagas y enfermedades de todo tipo. Siempre, o casi siempre, se encuentran genes de resistencia, que se transfieren por medio de un programa de cruzamientos. Los patógenos, a su vez, mutan a mayor virulencia, y así sucesivamente. El problema no tiene fin. A menos que lo invirtamos: descubramos un potente producto químico que «lo mate todo» menos la planta cultivada, a la que le habremos transferido, quizá por Ingeniería Genética, un gen de resistencia a dicha sustancia. Ello requeriría la colaboración de magníficos químicos, patólogos, agrónomos, ingenieros-genéticos, mejoradores-clásicos, etcétera, así como el mantenimiento de grandes colecciones de germoplasma, «bibliotecas» de genes, etcétera. El trabajo habría que realizarlo en potentes centros de investigación, privados o públicos, desde donde se enviarían los materiales a afinar en distintos ambientes.

Unos pocos centros de tal tipo monopolizarán el nacimiento de las nuevas formas, completándose así el ciclo evolutivo de la Mejora desde el comienzo de la agricultura:

- Mejora pre-científica: gran variabilidad de especies y variedades. Selección en manos del agricultor.
- Mejora científica pre-genética: lo mismo en cuanto a la variabilidad; selección más efectiva en manos de personas entrenadas"Creación de nueva variación (cruzamientos) en manos de minorías ilustradas.
- Mejora genética: tendencia a uniformidad dentro de especies y a disminución del número de éstas. Creación y mantenimiento de variabilidad en centros de mejora, grandes o pequeños.
- Mejora molecular: uniformidad casi absoluta en todo. Limitación extraordinaria del número de especies. Creación de nueva variación, mantenimiento y selección en grandes centros internacionales públicos o privados (multinacionales), multidisciplinarios y altamente especializados, con estaciones satélite repartidas por todo el mundo.

Es posible que alguien no comparta mi visión de la organización futura de la Mejora, pero quien no lo haga que considere dos cosas: que lo que ocurra dentro de quinientos años, y hasta de menos, escapa a nuestro poder de *pre-dicción* -no al de *utopía*- y que, por favor, analice la situación actual. A mí, concretamente, se me ha pedido mi opinión sobre el futuro de la Mejora, y ésta es, en dos palabras, que para no depender del futuro hay que prepararse para él.

MOLECULAS Y HUMANIDAD

Dolores Ochando González

Parodiando parcialmente el título del libro de Stebbins (1982), quizás podría titular esta breve exposición «Moléculas y Humanidad». Dentro de la posibilidad de manipulación genética que puede ejercer el hombre, debemos incluir el último peldaño: la manipulación de su propia información hereditaria, de su «molécula» genética.

Mi deseo es plantear una serie de aspectos en relación con el tema; algunos constituyen metas ya conseguidas, otros, a falta de detalles metodológicos y/o técnicos, se conseguirán en breve, y, por último, unos terceros caen, aún hoy, dentro del campo de la ciencia ficción. Sólo pretendo realizar un breve repaso sobre lo conseguido y plantear una serie de posibilidades futuras. Bien entendido que en ningún momento entraré en valoraciones legales y/o éticas (Kieffer, 1979).

Casi desde el inicio de su existencia, el hombre ha tratado de modificar su entorno, aun desconociendo los supuestos científicos en qué basarse.

Desde el descubrimiento de las Leyes de Mendel, Leyes Fundamentales de la Herencia, en 1900, pasando por la etapa molecular de las décadas de 1940 a 1960, que constituyen un período especialmente importante en la investigación genética, cuando se identifica molecularmente el material hereditario y su estructura, los descubrimientos y nuevos conocimientos en relación con la Ciencia de la Herencia se han sucedido de manera ininterrumpida y a velocidades en ciertos momentos vertiginosas. Hoy conocemos gran parte de los procesos que subyacen al fenómeno de la vida, y el hombre ha dado un salto cualitativo en el campo científico. Hoy, el hombre tiene en sus manos la posibilidad de controlar, de manipular, de modificar la dotación genética de los seres vivos, incluida la suya propia.

El tema es inagotable y complejo, yo voy a limitarme, como ya he dicho, a lo conseguido o vislumbrado como posible en la manipulación por parte del hombre de su propio material hereditario. Bien entendido que ello es aplicable, y de forma más sencilla y menos problemática, al resto de los seres vivos: vegetales y animales.

Podríamos establecer tres niveles de análisis en esta temática:

- Uno, en el que la *unidad de manipulación* la constituye la *información genética completa*, el genoma completo del hombre.
- Otro, en el que la *unidad de manipulación* se establece a nivel de moléculas, de *fragmentos de ADN* (ácido desoxirribonucleico), de genes aislados. Y dentro de

este apartado podemos, a su vez, distinguir dos partes:

- Una, de utilización de *información genética humana, en otros seres vivos.*
- y otra, de utilización de *información genética humana* de diferentes procedencias, *en otros humanos.*

Entrando ya en el primer apartado, aquí no se efectúa una modificación de la molécula hereditaria, sino una utilización artificial de la misma, tal y como es proporcionada por las propias células humanas, somáticas y/o germinales.

Este sería el campo que algunos han designado como de la Ingeniería del 1 desarrollo, en el que quedaría incluida toda la tecnología reproductiva:

- Inseminación artificial.
- Transferencia de óvulos.
- Transferencia de embriones.

y otros aspectos como la:

- Clonación.
- Partenogénesis o monogénesis.

Los trabajos pioneros en el campo de la ingeniería del desarrollo se deben a Briggs y King, quienes en 1952, pusieron a punto una delicada técnica para la transferencia de un núcleo, con todo su complemento de información genética, de una célula a otra. Concretamente transfirieron núcleos de embriones de rana en diferentes estadios del desarrollo a huevos no fecundados previamente enucleados. Este trabajo se había planteado para investigar los procesos de diferenciación celular durante la embriogénesis, pero una de sus más importantes implicaciones fue la demostración de la posibilidad de trasplantar un núcleo extraño, con toda la formación hereditaria, a una célula receptora, y obtener un crecimiento orgánico normal. En otras palabras, era posibles experimentalmente el trasplante nuclear.

La aplicación de éstas y otras técnicas similares a parejas con problemas de fertilidad constituye ya hoy un éxito, a pesar de ciertas dificultades que J presenta el proceso en algunos casos.

La inseminación artificial es hoy práctica cotidiana. Incluso la obtención de óvulos y su fecundación «in vitro» (recordemos que de los casos de infertilidad femenina, al menos un 20070 se atribuye a problemas de oviductos bloqueados o anormales, con normalidad de óvulos), constituye actualmente, desde que en 1978 se diese el primer nacimiento de un embrión así obtenido (Edwards, R. G. y Steptoe, P. C.), un acto con alto porcentaje de éxito.

Todo esto lleva consigo, obviamente, una serie de consecuencias:

La posibilidad de *donación* de óvulos y de esperma. Recordemos a este respecto del Premio Nobel H. J. Muller (1890-1967), de selección germinal, -una especie de eugenesia tratando de mejorar la dotación genética de la humanidad, seleccionando y almacenando semen de hombres notables, con el que fecundar a las mujeres que lo

deseasen o incluso, mejor, a mujeres también de características especiales.

La mujer que transporta el embrión no necesariamente tiene que ser la madre natural del mismo. Hasta se han presentado ya casos de ofrecimientos y peticiones en este sentido de *alquiler de úteros*, una especie de adopción pre-natal.

Pero hay algún otro aspecto, del que hace tan sólo cinco años algunos especialistas hablaban como de resolución a largo plazo, y hoy, en 1984, ya hemos podido leer la noticia en los periódicos: *la congelación*, no ya de espermatozoides u óvulos (Frankel, 1976), sino de embriones humanos, y su perfecta variabilidad y normalidad posterior.

Otro tema, que constituye hoy todavía ciencia ficción, es el que Huxley nos presentaba en su «Mundo feliz»: la *clonación* de seres vivos. Clonación significa la obtención de múltiples individuos con una misma información genética. Ello sería hipotéticamente posible si se resolviesen los graves problemas técnicos que lleva consigo, sobre todo en relación con la historia celular ya sufrida por los núcleos celulares del donante, que puede afectar de manera irreversible al proceso de regulación de la acción génica en el sistema heterólogo (núcleo de un origen, citoplasma de otro) que se formaría. Sin olvidar que no toda la información genética de un individuo reside en su núcleo.

Todos los núcleos de las células somáticas de un individuo presentan, en principio, idéntica información genética. Podrían ser extraídos e implantados en otras células enucleadas, como óptimo en óvulos maduros. Llegaríamos así a un gemelado *ad infinitum*.

En 1981, Illmensee y Hoppe conseguían la clonación de un mamífero: obtuvieron tres ratones por clonado. Causó un gran impacto la publicación de estos resultados, las extrapolaciones a la especie humana resultaban inevitables.

Quedaría también incluida en este campo la posibilidad *defusión celular*, ya éxito en otros mamíferos: se han obtenido ratones con fusión celular en los primeros estadios del desarrollo de los diferentes embriones (Mintz, 1967). Ratones que constituirían mosaicos genéticos (parte de sus células con una información genética y otras con una información diferente) y que poseerían en este caso, estrictamente hablando, dos madres y dos padres.

Y no debemos olvidar la posibilidad reproductiva que otros muchos seres vivos utilizan, por *partenogénesis* o *monogénesis* en general; es decir, a partir de un único sexo, lo que implicaría, puesto que los gametos son haploides, la necesidad de su diploidización y, como consecuencia, la obtención de individuos homocigotos totales. También esto se ha conseguido en ratones (Hoppe and Illmensee, 1977).

Obviamente hay que hacer referencia a algo todavía lejano, pero que constituye hoy una posibilidad a tener en cuenta: que tras la fecundación «in vitro» se llegue a realizar el *desarrollo in vitro* y la obtención en el laboratorio de seres humanos.

Pero dejemos este apartado tan fascinante, y pasemos a otro no menos atrayente, aquél en que la manipulación es realizada a nivel génico, a nivel de moléculas hereditarias aisladas, en definitiva, a nivel de segmentos de ADN.

Y aquí nos introducimos básicamente en lo que se ha llamado la *Nueva Genética*, término propuesto por Nathans (1979) para designar esa nueva rama que despuntaba a partir de 1975, esta nueva tecnología molecular, que ha introducido importantes cambios en el análisis genético y que constituye, en gran parte, lo que se ha designado como *Ingeniería Genética Molecular*, cuyo primer paso lo ha constituido la obtención de ADN *recombinante*, entendiendo por talla unión artificial de segmentos de ADN de diferentes procedencias. Y ello significa la ruptura de las fronteras biológicas entre especies, es decir, saltar por encima de los productos de la evolución biológica.

La técnica del ADN recombinante consta básicamente de los siguientes pasos:

Obtención de un vector apropiado, generalmente un plásmido o un virus, que son segmentos de ácidos nucleicos, que gozan de una cierta autonomía en el interior de la célula y que constituyen unidades de replicación (replicones), y que poseen capacidad de transcribir y traducir su información genética. Para clonar en células humanas y de otros mamíferos, el vector más utilizado ha sido el virus SV 40 (Reddy et al., 1978), aunque actualmente se trata de obtener otros vectores a partir de otros virus (adenovirus, polioma, etc.).

Obtención del segmento de ADN que nos interese clonar o informar. Hoy ya se dispone de *bibliotecas genéticas* (genotecas) más o menos completas de diferentes organismos, a partir de las que podemos disponer de estos segmentos de ADN. Pero también podemos conseguir la información genética que nos interese a partir del ARN mensajero (ARN-m) derivado, partiendo del cual podemos conseguir su ADN complementario (ADNc) mediante la transcriptasa inversa (Maniatis, 1980). Aún incluso, hoy, podemos efectuar la síntesis química completa de aquellos genes bien conocidos secuencialmente (Itakura, 1982), lo que a su vez permite la fabricación de pequeños segmentos que pueden ayudar a la manipulación, como «cebos» para las polimerasas, etcétera.

Unión de esos segmentos de ADN con el vector adecuado. Este paso se inició en 1967 con las ADN ligasas que unen extremos libres de ADN, se mejoró sensiblemente con la formación de extremos monocatenarios complementarios en el ADN, mediante la acción de las terminales transferasas (Jackson et al., 1972; Lobban and Kaiser, 1973; Berg et al., 1974), y alcanzó su punto más alto con el descubrimiento de las endonucleasas de restricción, que valieron el Premio Nobel a sus descubridores (Premio Nobel de 1979, Werner Arber, Hamilton O. Smith y Daniel Nathans), y que permitieron al equipo de Cohen (1973) obtener por primera vez moléculas de ADN recombinante biológicamente funcionales. Las endonucleasas de restricción (restrictasas) poseen la propiedad de reconocer secuencias específicas en el ADN por las que rompen las dos cadenas de forma simétrica respecto a un punto, pudiendo realizar la

rotura en forma roma o en bisel, según que los lugares de corte de ambas cadenas queden enfrentados o no. Ello permite la formación de extremos cohesivos en esos segmentos de ADN que queremos unir en una sola molécula quimérica. Actualmente se dispone de una multitud de restrictasas diferentes, aunque casi todas de origen procariótico (Fuchs y Blakesley, 1983).

Necesitamos también de un hospedador adecuado, que hasta ahora ha sido, principalmente, aunque no exclusivamente, un microorganismo y, sobre todo, *E. Coli*. Aunque ya se pueden utilizar muchas especies procarióticas y algunas eucarióticas.

Y la introducción de las moléculas recombinante, moléculas quimera, en las células huésped, generalmente realizada a imitación de procesos naturales de bacterias, como la transformación, o transducción, principalmente.

Pero con todo lo expuesto no quedan superadas las dificultades: la información genética introducida debe expresarse en ese ambiente genético, que no es el suyo, en esa nueva situación celular heteróloga. Y ello resulta posible debido a que el material hereditario, los procesos genéticos, y en definitiva, el código genético, son universales (con alguna ligera matización), son básicamente los mismos para todos los seres vivos, plantas y animales, y desde las bacterias al hombre.

Las técnicas expuestas abren un vasto campo a la investigación básica y aplicada. (Cohen, 75, 77; Helinski, 78; Jackson and Stitch, 79; Abelson, 80; Alonso, 84; López y Cerdá, 84).

Respecto a la básica, nos permitirán conocer mejor la estructura y función génica, la expresión y regulación de la actividad de los genes, su localización, nos abre la posibilidad de la mutagénesis dirigida, «in vitro», etcétera.

Respecto a la aplicada, tanto en agricultura y ganadería, como en industria y medicina, sus posibles aplicaciones son incalculables.

Pero vamos a detenemos, como decíamos al principio, sólo en aquellos casos en que la molécula implicada pertenezca a la información hereditaria humana.

También hemos dicho que en este aspecto podemos establecer dos niveles: la introducción de genes humanos en otros seres vivos y la introducción de genes humanos en el propio hombre.

En relación con la *introducción de genes humanos en otros organismos*, por ahora, casi exclusivamente bacterias, ha dado ya sus frutos y se han conseguido grandes éxitos. Las posibilidades que ofrece son casi ilimitadas. Conseguir que un gen humano sea funcional, por ejemplo, en *E. coli* era algo impensable hace apenas cuatro décadas, hoy los resultados hablan por sí solos. Los microorganismos han pasado a ser fábricas de productos génicos humanos.

Se ha conseguido clonar insulina humana (Villa-Komaroff et al., 1978), recordemos que hay 60 millones de diabéticos en el mundo que necesitan constantemente insulina.

Los investigadores que aislaron por primera vez la hormona somatostatina necesitaron medio millón de cerebros de cordero para obtener 5 miligramos, hoy podemos conseguir esa misma cantidad con 7'5 litros de cultivo bacteria- no donde se haya clonado el gen correspondiente.

Se ha conseguido también clonar interferón (Goeddel et al., 1980; Gilber and Villa-Komaroff, 1980). El interferón es una proteína, en realidad una gran familia de proteínas, que es liberada por células expuestas a un virus, y que permite a otras células adquirir resistencia a la infección vírica. Las posibilidades antivíricas eran importantes, su efecto, prolongado, pero las células lo segregaban en cantidades muy pequeñas y en múltiples formas. Tras su clonación con las técnicas del ADN recombinante, comenzaron los primeros ensayos sobre su aplicación y efectos, la relación de ciertos virus con algunos tipos de cáncer nos da una idea de la importancia del tema.

Los trabajos para conseguir factores de coagulación de la sangre, anticuerpos, y distintas hormonas han dado ya ciertos frutos (Itakura et al., 1977; Goeddel et al., 1979; Nowinski et al., 1983) y las "perspectivas son optimistas.

Por supuesto, en principio la técnica permitiría clonar casi cualquier gen, y Obtener por tanto cualquier producto génico. La importancia derivada en medicina e industria farmacéutica es evidente.

Queda, por último, otro nuevo punto en relación con estas técnicas: la posibilidad de *introducción de información genética humana en el propio hombre*.

Se conocen más de 2.000 enfermedades genéticas en el hombre: enfermedades causadas por la herencia de un gen defectuoso que determina la síntesis de una proteína a su vez defectuosa. La única posibilidad de curación «real» (aparte del tratamiento «ambiental» de sus efectos) se daría si se corrigiese el error en la molécula de ADN responsable de la enfermedad, o si se lograse la transferencia de un gen funcional normal a las células defectuosas.

Desde el primer momento ha resultado evidente que la extensión de la ingeniería genética molecular a los mamíferos podría conducir a la *terapia de genes* en pacientes humanos.

Por ejemplo, se ha conseguido la expresión del gen de la Beta globina del conejo en una línea celular de mono. El gen de la Beta globina humana es de particular importancia, ya que algunas de sus mutaciones son responsables de enfermedades, tales como la anemia falciforme y la talasemia Beta, dos graves alteraciones hereditarias de las células sanguíneas que afectan a miles de personas en el mundo.

Otro caso lo ha constituido el tratamiento de dos niños alemanes que padecían una enfermedad genética conocida como argininemia, que produce una alteración del ciclo, de la urea como consecuencia de la falta de la enzima argi- nasa. El tratamiento se

realizó inyectándoles partículas virales infecciosos, pero no patógenas, que portaban el gen normal capaz de sintetizar arginasa (se utilizó la llamada técnica de «a cuestras», en la que el gen se monta sobre la partícula viral).

Por ahora, la corrección de células defectuosas se ha realizado primordialmente en el laboratorio, en cultivos celulares; el futuro llevará a la posible corrección de esos defectos «in vitro», incluso a la corrección de defectos genéticos con un determinismo más complejo, y en último término, lo que representaría el máximo grado de este tipo de terapias, llegar a corregir el defecto en la línea germinal, con lo cual no sólo sanaría el individuo tratado, sino también su descendencia, que recibiría genes «sanos»; no habría necesidad de posteriores tratamientos a la progenie.

Un primer ejemplo espectacular en este aspecto lo ha constituido la obtención de ratones gigantes debido a la introducción del gen productor de la hormona del crecimiento de la rata en el pronúcleo masculino de huevos fecundados (Palmiter et al., 1982). La importancia al ser un mamífero y efectuarse la modificación genómica en el primer momento tras la fertilización es evidente. Y no olvidemos que en la especie humana existen genes que provocan enanismo.

No quisiera terminar sin recordar ciertas dificultades que aún hoy nos encontramos lejos de resolver: la complejidad génica humana, como de muchos otros organismos, la existencia de intrones y exones, de transposones, los elaborados y complejísimo mecanismos de la acción génica, del control genético, el determinismo genético de muchos caracteres, tan desconocidos aún hoy, las interacciones génicas, y sin olvidar que un determinado genotipo no conduce de manera unívoca y lineal a un concreto fenotipo, sino que nos proporciona realmente un abanico de potencialidades a realizar, etcétera.

Aún con este brevísimo repaso a la manipulación del material hereditario humano, creo que quedan sobre el tapete un montón de temas candentes.

Mirando a esta Genética del siglo XXI, se despierta un sentimiento dual, de temor y de esperanza. Las implicaciones de esta manipulación escapan del mundo científico, salen de los laboratorios e inundan las estructuras legales y los principios éticos.

Creo que es el momento de una reflexión social, más allá de la Genética, más allá de los científicos, la decisión corresponde a toda la humanidad.

BIBLIOGRAFIA

- ABELSON, I.: *A revolution in biology*, 1980, Science, 209, 1319-1321.
- ALONSO, C.: *La ingeniería genética en la biotecnología*, en «En el Centenario de Mendel: la Genética ayer y hoy», Lacadena (coord.), Alhambra, 1984.
- BERG, P. et al.: *Potential biohazards of recombinant DNA molecules*, 1974, Science, 185, 303.
- BRIGGS, R., and KING, T. J.: *Transplantation of living nuclei from blastula cells into enucleated frog eggs*, 1952, P.N.A.S., 38, 455-463.
- COHEN, S. N.: *The manipulation of genes*, 1975, Scient. Amer., 233, 25-33.
- COHEN, S. N.: *Recombinant DNA: fact and fiction*, 1977, Science, 195: 654-657.
- COHEN, S. N. et al.: *Construction of biologically functional bacterial plasmids in vitro*, 1973, P.N.A.S., 70, 3240-3244.
- FRANKEL, M. S.: *Human-semen banking: social and public policy issues*, 1976, Man and Medicine, 1,4, 289-309.
- FUCHS, R., and BLAKESLEY, R.: *Guide to the use of type II restriction endonucleases*, 1983, in: Wu, R. et al. (eds.): *Methods of Enzymology*, Academic Press, New York, vol. 100,3-38.
- GILBERT, W., and VILLA-KOMAROFF, L.: *Useful proteins from recombinant bacteria*, 1980, Scient. Amer., 242, 4, 68-82.
- GOEDDEL, D. V. et al.: *Direct expression in E. coli of DNA sequence coding for human growth hormone*, 1979, Nature, 281, 544-548.
- GOEDDEL, D. V., et al.: *Human leukocyte interferon produced by E. coli is biologically active*, 1980, Nature, 287, 411-416. .
- HELINSKI, D. R.: *Plasmids as vehicles for gene cloning: impact on basic and applied research*, 1978, Trends Biochem. Sci., 3, 10-14.
- HOPPE, C. P., and ILLMENSEE, K.: *Microsurgically produced homozygous-diploid uniparental mice*, 1977, P.N.A.S., 74, 5657-5661.
- ILLMENSEE, K., and HOPPE, P. C.: *Nuclear transplantation in Mus musculus; Developmental potential of nuclei from preimplantation embryos*, 1981, Cell, 23, 9-18.
- ITAKURA, K.: *Chemical synthesis of genes*, 1982, Trends, Biochem. Sci., 7, 442-445.
- ITAKURA, K., et al.: *Expression in Escherichia coli of a chemically synthesized gene for the hormone somatostatin*, 1977, Science, 198, 1056-1063.
- JACKSON, D. A., et al.: *Biochemical method for inserting new genetic information into DNA...*, 1972, P.N.A.S., 69, 2904-2909.
- JACKSON, D. A., and STICH, S. P.: *The recombinant DNA debate*, 1979, Prentice Hall. KIEFFER, G. H.: *Bioethics. A textbook of issues* (versión castellana por Alhambra, 1983), 1979, Addison-Wesley Publ.
- LOBBAN, P. E., KAISER, A. D.: *Enzymatic end-to-end joining of DNA molecules*, 1973, J. Mol. Biol., 78, 453-471.
- LÓPEZ, C. I., y CERDA, O. E.: *La nueva Genética*, en «El centenario de Méndel: La Genética ayer y hoy», 1984, Lacadena (coord.), Alhambra.
- MANIATIS, T.: *Recombinant DNA procedures in the study of eukaryotic genes*, 1980, in: «Gene expression: the production of RNA's», Goldstein and Prescott, ed. Academic Press, New York, vol. 3, 563-608.

- MÉNDEL, G. J.: *Versuche uber Pflanzen-Hybriden* (I.a versión inglesa, en 1901, en el J. Royal Hort Soc.) (versión castellana, en 1973, por Alhambra), Verhand. des Naturf. Ver in Brunn, 4 (1865), Abhand, 3-47 (salió en 1866).
- MINTZ, B.: *Gene control of mammalian pigmentary differentiation. I. Clonal origin of melanocytes*, 1867, P.N.A.S., 58, 344-351.
- NATHANS, D.: *Restriction endonucleases, simian virus 40, and the new genetic*, 1979, Science, 206, 903-909.
- NOWINSKI, R. C., et al.: *Monoclonal antibodies for diagnosis of infectious diseases in Humans*, 1983, Science, 219, 637-644.
- PALMITER, R. D., et al.: *Dramatic growth of mice that develop from eggs microinjected with metallothionein-growth hormone fusion gene*, 1982, Nature, 300, 611-615.
- REDOY, V. B., et al.: *The genome of simian virus 40*, 1978, Science, 400, 494-502.
- STEBRINS, G. I.: *Darwin to DNA, Molecules to humanity*, 1982, Freeman.
- VILLA-KOMAROF, L., et al.: *A bacterial clone synthesizing proinsulin*, 1978, P.N.A.S., 75, 3727-3731.

LA SOCIOBIOLOGIA DESDE LA PERSPECTIVA DE LA TEORÍA DE LA SOCIEDAD

José E. Rodríguez Ibáñez

En los últimos años sesenta y primeros setenta, antes del sonoro aldabonazo de la crisis de energía, fuimos optimistas. El clima general de crecimiento y prosperidad — con el que incluso la nueva izquierda contaba, aunque fuera desde luego para erigir frente a la mediocridad ambiente una magnífica contrapuesta de tipo moral— alimentaba la ilusión de que ya habíamos tocado realmente la utopía. El programa de reerotización del mundo de Marcuse parecía convincente y factible, apareciendo en cambio Konrad Lorenz como el malo de la película. Imposible: el homo sapiens no podía ser degradado a la categoría de «eslabón perdido» —o «animal ladino», como dice el sorprendente Nicolás Ramiro Rico (1980)—. Todo lo contrario: el proceso de hominización había dado ya un paso de gigante, encontrándonos en vísperas —si no en el primer día— de la modificación cultural de los instintos. La nueva conciencia solidaria del «flower power» soñaba con erradicar, mediante vías educativas, antiautoritarias, el castigo, la culpa y la agresión. Y, paralelamente, las reflexiones teórico-sociales del período por lo general se remontaban más y más por encima de los condicionantes materiales del ser humano, avanzando en el diseño de modelos culturales alternativos, y ello desde posturas tanto críticas cuanto tecnocratizantes.

Pero vino la crisis, y con ella y sus estrecheces, la amarga constatación de que, mal que nos pese, la pareja lingüística homo sapiens no consta sólo del adjetivo, sino también, y muy fundamentalmente, del triste y mortal sustantivo. Tuvimos que volver a mirarnos el ombligo, en sentido literal, recordando nuestro inexorable mareaje biológico. Y el horizonte de los viejos problemas —salud, manutención— imprimió su sello sobre nuevas expectativas del comportamiento. Inauguramos, siguiendo la feliz expresión de Aranguren (1980), una «ética de la penuria».

En esas condiciones, la ciencia social, que había venido librando en los últimos tiempos una notable batalla contra los resabios del antañón materialismo decimonónico, no tuvo más remedio que reentroncar en la óptica darwinista. Las polémicas sobre el crecimiento cero y la preocupación ecológica (ver, por ejemplo, Thurow, 1981) constituyen muestras elocuentes de una obligada orientación del pensamiento. Tal es el contexto que posibilita en mi opinión el formidable e interdisciplinar eco polémico suscitado por la propuesta de «nueva síntesis», teórica que bajo el nombre de «sociobiología», lanzara Edward Wiison a mediados de la pasada década. Quizá entre otras circunstancias el debate hubiera sido menos explosivo, aunque esto, por supuesto, nunca se puede saber con seguridad.

La idea de Wilson es agrupar progresivamente las ciencias de la vida en dos

grandes bloques, uno centrado en la neurofisiología (concebida como estudio exhaustivo de los organismos individuales), y otro en la propia socio-biología, o estudio de la conducta social de las especies a la luz de la constante de desarrollo genético en que se inscribe («estudio sistemático de la base biológica de toda conducta social» es la definición exacta que él da; 1977: 4). La sociobiología otorgaría rango científico adecuado al comportamiento animal colectivo, en cuanto lo considera un preciso avance o estadio de la evolución biológica. Y no sólo eso: el incluir en su campo a las sociedades humanas proporcionaría a las ciencias sociales una buena base sólida de conocimientos sobre la que erigir una auténtica sociología que sobrepasara el modesto panorama sociológico de la actualidad, el cual para el autor todavía no ha superado la fase de «historia natural». No en balde, *Sociobiology* culmina con un capítulo denominado «de la sociobiología a la sociología» (1977: 547 ss.).

La conveniencia, en términos estrictamente científicos, de distinguir bipolarmente entre neurofisiología de base celular y organísmica, y biología de la conducta grupal, deja abierta una cuestión sobre la que yo carezco de competencia para opinar. Simplemente añadiré que, en este terreno técnico, la tesis de Wilson no parece convincentemente argumentada a toda la comunidad científica. Así por ejemplo, un eminente etólogo, W. H. Thorpe, manifiesta: «no alcanzo a ver ninguna ventaja particular en el agrupamiento de temas bajo el título de «sociobiología», una síntesis que parece abarcar la genética de poblaciones, la teoría de la selección, la socioecología y la etología. Esta combinación es suficientemente atractiva, pero dudo de la ventaja de intentar aislar el comportamiento de lo que llamamos especies «sociales» de las «no sociales». Los animales son sociales en muchos grados diferentes, por razones muy variadas y según un gran número de formas. Las respuestas y el equipamiento sensorial por el que los animales mantienen su socialidad no son en absoluto únicas y pueden encontrarse en formas y grados de desarrollo diferentes a través del reino animal» (1982: 209).

A nuestros efectos, la cuestión verdaderamente candente de la propuesta sociobiológica es la ampliación de sus postulados a la sociedad humana. La explicación de la complejidad social a la luz de la genética constituye un proyecto que, en su formulación más simple, suele despertar inmediatamente las protestas ante lo que parece una resurrección del viejo darwinismo social y su secuela de legitimación «científica» del orden existente. Aún más: es el recuerdo negativo de los horribles experimentos nazis con seres humanos, lo que, también con frecuencia, se trae a colación ante la creencia sociobiológica en un futuro conocimiento perfecto de los mecanismos de la conducta, el cual ha de permitir una planificación integral de la sociedad por vía de control eugenésico. Pues bien, no es este tipo de reacción desmesurada la que yo creo adecuado adoptar; más vale sopesar fríamente las tesis centrales de la sociobiología, conectando la reflexión final con consideraciones teóricas de más largo alcance. De otra manera el debate se desvirtúa en un juego interminable de malinterpretaciones y réplicas a las mismas en cada uno de los bandos.

El primer escollo a evitar, en mi opinión, es el de camuflar de crítica científica lo que viene sobre todo motivado por un rechazo de tipo político. La repulsa de unas estimadas adherencias ideológicas de la sociobiología no debe confundirse con la puesta a prueba científica de las hipótesis por ésta manejadas. Porque aquí los sociobiólogos tienen casi siempre las de ganar. La investigación biológica moderna cuenta con

evidencias más que suficientes para refutar el ambientalismo ingenuo: nadie duda de que el medio ambiente —cultura incluida— interviene como factor modulador en el proceso evolutivo, pero nadie duda tampoco de que ni una sola modificación de la especie tendrá lugar, por muy deseable que sea, si no hay una base genética que la potencie como virtualidad.

No tener en cuenta lo anterior es lo que, por ejemplo, lleva a Marshall Shalins a fracasar en su intento de desautorizar la validez científica de la sociobiología. Este autor, según pone de manifiesto Gunther Stent, en lo que considero el comentario más lúcido sobre el tema sociobiológico que ha llegado a mis manos (1980), pretendió demostrar en su obra *Uso y abuso de la biología* que el genetismo de Wilson podía ser rebatido a tenor de los datos empíricos. El argumento de Sahlins era más o menos como sigue: Wilson sugiere que uno de los campos en que mejor se plasma la «servidumbre» genética es la «memoria de la sangre», esto es, la tendencia de los individuos a apoyarse en su red de parientes próximos y serles fiel. Sin embargo —continúa el autor—, hay investigaciones antropológicas que demuestran cómo en ciertas comunidades de Polinesia no se manifiesta tal apoyo cosanguíneo; luego la teoría no se sostiene. Ahora bien —y esta vez es Stent quien concluye—, se trata de una prueba empírica de dudosa validez, ya que, de entre los ejemplos antropológicos suministrados por Shalins, solamente uno escapa a la regla de la dependencia del individuo con respecto a las normas de parentesco, por muy laxamente que éste sea entendido dentro de la comunidad en cuestión. A lo sumo, pues, podría hablarse de ensanchamiento o complejización del modelo sociobiológico, pero no de su falsación. Esta última hubiera requerido una «teoría alternativa del parentesco» que Sahlins no acierta a elaborar (Stent, 1980: 7).

Algo similar ocurría con el grupo ítalo-anglosajón «Dialéctica de la biología», cuyos esfuerzos —plasmados en títulos como *Contra el determinismo biológico* y *Hacia una biología liberadora*— van en la dirección de construir una teoría científica que ponga de manifiesto la interrelación, a partes iguales, de genes, organismos y entornos. Capiteado por uno de sus más conocidos integrantes, Steven Rose, el grupo ha debatido hasta la saciedad la propuesta, con la sensación final, parece ser, de haber culminado las obras mencionadas^ todo ha quedado, una vez más, en deseos no corroborados por la realidad' Ante la pretensión de «Dialéctica de la biología» de «haber enterrado el reduccionismo biológico», Lewontin apunta hilarentemente: «los sepultureros no han debido tomárselo con demasiado tesón, porque estoy seguro de haber visto el cadáver de marras en el ascensor de mi departamento la semana pasada. Los dialécticos han interpretado la ciencia de diversas maneras; el caso, sin embargo, es cambiarla» (1983: 37).

Y es que, como ya he advertido, no conviene mezclar los linderos del debate: a la ciencia lo que es de la ciencia. Por ello, en lo que respecta a la dimensión científico natural de la sociobiología, no haré sino reproducir un atinado colofón de Manuel Garrido, con el que me identifico:

«No es lo mismo el programa de la sociobiología animal que el de la sociobiología humana. Pero si se los considera, como postula Wilson, en un solo bloque, es obvio que su estatuto científico actual es problemático. Nos hallamos, por usar la

terminología de Lakatos, frente a un programa de investigación cuyo núcleo es interesante, pero cuyo cinturón protector es débil, o dicho más llanamente, ante un conjunto de hipótesis fascinantes apenas confirmadas. En esta tesitura lo más sensato es suspender el juicio y esperar la llegada de los hechos» (1981: 5).

Hemos intentado sortear el primero de los posibles escollos. Quedaría otro todavía más grave: la tentación de criticar a la sociobiología en tono abiertamente religioso. Se daría por sentado que la sociología es un nuevo determinismo con ribetes totalitarios y punto. Una crítica en este sentido no hace apenas mella a los sociobiólogos, que con toda lógica se refugian en los aspectos científicos de su disciplina. De tal forma, los contenidos sociobiológicos más necesariamente debatibles escapan a la discusión. La estrategia es la respuesta a una crítica inmadura.

Richard Dawkins nos va a ilustrar perfectamente el fenómeno. Como se sabe, este autor —el más famoso sociobiólogo después de Wilson— popularizó en su libro *El gen egoísta* una curiosa tesis. Según Dawkins, la conducta humana no es más que la exteriorización de toda una información genética que los individuos despliegan a lo largo de sus vidas. Ningún acontecimiento humano sería explicable sin la virtualidad genética que lo potencia —esto ya lo conocemos—; el paso que da Dawkins es atribuir precisamente a esa virtualidad el protagonismo final. En términos de especie, sería la información codificada en los genes la que acabaría saliéndose con la suya, más allá de ciertos atípicos comportamientos parciales y coyunturales, que no harían sino servir al conjunto. El «tozudo» («egoísta») gen resultaría vencedor sobre las tribulaciones del mundo; el gen sería el astuto portavoz de la razón.

El autor utiliza deliberadamente una terminología provocativa que otorgue mayor impacto a su estudio. Ello hace que, a primera vista, las críticas a su «determinismo» parezcan justificadas: todo estaría escrito en los genes, como antaño se creía estaba escrito en el *fatum* divino. Sin embargo, pienso que Dawkins lo que desea verdaderamente es hacer hincapié en la idea de que la identidad de las especies es ante todo genética, y que las presiones medioambientales sólo pueden repercutir en la evolución biológica a tenor de la receptividad producida sobre aquella identidad. Como él mismo dice: «la selección natural es supervivencia diferencial de genes» (1982: 156). Vistas así las cosas, la postura del autor pierde carga enfática, al quedar reducida a un marco de posibilidades y no a un destino inexorable. El abundamiento en esta tesitura es lo que hace a Dawkins ironizar sobre sus críticos más intransigentes, como Rose o Gould. Escribe literalmente el autor:

«Los sociobiólogos pueden ser individualmente acérrimos deterministas genéticos o no, y creer que los seres humanos están rigurosamente constreñidos por sus genes. Pueden ser rastafarianos, adventistas o marxistas. Pero nuestras opiniones particulares sobre el determinismo genético, al igual que nuestras opiniones particulares sobre religión, no tienen nada que ver con que utilicemos el lenguaje de los «genes para el comportamiento» cuando hablamos de selección natural. El determinismo, en el sentido de una ontogenia inflexible y de una trayectoria fija como un tranvía, está, o debería estar, a mil millas de nuestros pensamientos» (1982: 161).

Por lo que respecta a Wilson, la acusación indiscriminada de «determinismo» quedaría refutada a partir de la propia letra de su trabajo. En efecto, Wilson comienza

por asignar a la cultura (antropológica o ampliamente entendida) un peso específico en la consistencia de la especie humana. Y todavía más: reconoce que en el desarrollo cultural lo que está genéticamente prescrito es la misma construcción de una cultura — diferenciación social, ritual, códigos de comportamiento, etcétera—, como respuesta funcional al entorno; pero no, en cambio, el detalle concreto de cada una de las culturas. La concepción wilsoniana de la cultura, así pues, podemos decir que es pluralista. Como dice expresamente el autor:

«Sólo en el hombre la cultura ha impregnado virtualmente todos los aspectos de la vida. El detalle etnográfico no depende rígidamente de la genética (is genetical and undersprescribed), lo cual se traduce en una gran diversidad entre las sociedades. Ahora bien, esa falta de dependencia rígida (underprescription) no significa que la cultura se haya liberado de los genes. Lo que ha evolucionado es la capacidad de generar cultura, la abrumadora tendencia a desarrollar una u otra cultura» (1977: 559).

Con estas premisas in mente, Wilson presenta un porvenir voluntariamente desgajado de las pesadillas totalitarias. Lo que él sugiere es un desarrollo concienzudo («sociobiológico») del conocimiento del comportamiento humano para, una vez sabidas sus claves de fondo, dar paso humildemente a los científicos necesarios por antonomasia en esa mañana: los sociólogos, en tanto que organizadores y mantenedores de los marcos culturales más idóneos. Se trata de la añeja aspiración de Comte, con la diferencia de que se fía al porvenir por entender que la emergente «ciencia de ciencias» sociológica requiere aún un largo y penoso camino de desvelamiento, la sociología futura que Wilson imagina no es totalmente prescriptiva, sino que cuenta con la apertura y heterogeneidad del medio en el que se desenvuelve. Según escribe el autor: «los sistemas socioeconómicos nunca pueden ser perfectos... y, probablemente, los patrones éticos son innatamente pluralistas» (1977: '575).

Como se ve, Wilson se esfuerza por mantenerse lo más alejado posible de las anticipaciones negativas de Huxley y Orwell, e incluso de la ingenuidad del Skinner de Walden Dos, quien sugiere la posibilidad de un control perfecto del comportamiento humano, sin dosis alguna de apertura. Y a insistir sobre ello dedica el libro *On human nature* (1978), que es en realidad una divulgación ampliada del último capítulo de *Sociobiology*. El autor insiste una y otra vez en que sus tesis, de manifestarse hacederas —y no nos es dado comprobar tal verosimilitud al quedar remitidas a un lejano futuro—, no han de traer el fin de los ideales seculares contenidos en los órdenes simbólicos de la religión, el arte y la estética, sino todo lo contrario, una implantación madura y renovada de los mismos.

Diré, por consiguiente, en vista de lo expuesto, que si queremos alcanzar cotas valiosas en la discusión sobre la sociobiología debemos abandonar tanto el pseudocientifismo cuanto el hiperpoliticismo, que no hacen más que mezclar dimensiones y monopolizar factores. Frente a la oferta sociobiológica no caben antropomorfismos gratuitos: nadie, ni siquiera el ser humano, puede trascender su herencia genética, como pone muy bien de manifiesto Stent (1980: 12). Ahora bien, sí que son precisas críticas matizaciones que ayuden a valorar el alcance real de la sociobiología. Es el autor últimamente citado quien da ejemplo al respecto, al achacar a Dawkins no un manido «determinismo», sino una ingeniosa torsión de los conceptos científicos y morales. Para Stent (1980: 11-12), Dawkins denomina gen a una hipotética

unidad que no es la comúnmente aceptada como tal en biología. En efecto, la ciencia biológica, al aislar a las unidades genéticas, no iría más allá del «genoma» (o cadena bioquímica de base molecular), mientras que Dawkins situaría a tal unidad en el resultado ya formado de la evolución genética (esto es, el «fenoma», de base organísmica). Por lo cual, concluye Stent, «el gen egoísta» no es propiamente un gen y, sobre todo, constituye un referente que, aparte de su extrema hipoteticidad malamente puede ser sujeto de conducta moral como el egoísmo, al carecer de intencionalidad. Es una observación del individuo, o «fenoma» humano, menos trucada que la que Dawkins efectúa, donde nuestro autor cree encontrar un puente de colaboración fecunda entre la so-ciobiología y la tradición del pensamiento social y la ética. Pero antes de entrar en esa conclusión de Stent, debo precisar un gran primer marco de reflexión teórica en el que creo se inserta.

En efecto, llegados a este punto, el primer nivel al que mayormente me interesa conducir la controversia sociobiológica es el de dilucidar en qué medida la eventualidad de una ingeniería genética muy desarrollada y aplicable al ser humano —es decir, el porvenir sugerido por Wiison— vendría a alterar las concepciones básicas de la ciencia social, tal y como ahora la entendemos. Mi respuesta es que no. La teoría de la sociedad más avanzada —y estoy pensando en la teoría de sistemas y en Habermas— ha roto con el viejo cientifismo positivista, pero también, y con la misma fuerza, con el idealismo filosófico. Lo que se fija como tarea es la delimitación de unos marcos analíticos que integren las dimensiones reflexiva o autotransformadora y normativa del acontecer colectivo. Con otras palabras, la actual teoría de la sociedad utiliza unos modelos sintéticos que prácticamente invalidan en su misma formulación la vieja disputa excluyente entre el determinismo y la libertad. Hay, no obstante, un íntimo fondo prescriptivo en la teoría sociológica de sistemas que limita su horizonte frente a la más amplia perspectiva de la teoría de Habermas, tal y como queda claro en el famoso debate que protagonizaron Nikias Luhmann y este último al respecto; pero éste es un asunto en el que no podemos entrar aquí y que desarrollaremos más adelante.

Adonde yo quería ir a parar es a la idea de que para la teoría contemporánea, la aceptación del ethos de la ciencia y su implantación tecnológica no constituye problema alguno. Incluso la teoría habermasiana, que se autodenomina «crítica», vino motivada en gran parte por el deseo del autor de distanciarse de sus mayores en la Escuela de Frankfurt —Horkheimer, Adorno, Marcuse— en lo relativo a la condena indiscriminada de la tecnología. No se trata, dirá Habermas, de hacer equivalentes de forma tajante «sociedad tecnológica» y «sociedad unidimensional». De esa manera se cierra toda posibilidad a la sociedad avanzada, que por fuerza debe descansar en la tecnología. La reserva crítica debe mantenerse más bien, prosigue Habermas, ante la posible disolución de la racionalidad política en una devoradora racionalidad tecnológica. Este sería el fundamental peligro latente en las sociedades industriales, desarrolladas, aunque en ningún caso constituiría ya una realidad. La misión, pues, sería en todo caso la defensa de la racionalidad política, materializada en el diálogo democrático, en una era de necesaria expansión tecnológica, y ello en seguimiento de unos ideales emancipadores de los que la primera que participa es la tradición iluminadora de la ciencia. Pero nunca la descalificación abierta de la razón científico-técnica.

En consecuencia, a la teoría de la sociedad —incluso a aquella que, como la habermasiana, se da a sí misma una orientación práctica o moral que yo comparto— no

le asusta la tecnología de repercusión sociológica, como en nuestro caso, la genética aplicada. Por el contrario, contempla su emergencia como perspectiva saludable del futuro. Ahora bien, insiste e insistirá siempre en que la ciencia y la tecnología han de ser concebidas como expresión de un amplio proceso social en el que se insertan, y cuya lógica de desarrollo queda desvirtuada si no se compadece con los postulados de la profundización de la convivencia democrática. En este sentido, la ingeniería genética no es ni «mejor» ni «peor» per se que otros hallazgos científicos; la positividad o negatividad de su adopción dependerá del grado de inserción de la misma en una onda de perfeccionamiento cualitativo de la sociedad, para la que no bastan las meras prescripciones técnicas. Lo recalco: a una teoría crítica de la sociedad no tiene por qué escandalizarse la tesis de que la humanidad puede avanzar enormemente si pasa del diseño de tecnologías adaptativas —mejora de viviendas, comunicaciones, confort, etcétera— al diseño —democrático en su origen y consecuencias— de tecnologías biomédicas. El totalitarismo y el genocidio no avanzan precisamente por los caminos de la investigación científica; es ésta más bien la que degenera cuando se convierte en servidora de aquéllos.

Pero sin llegar tan lejos en la especulación hipotética, es posible, ya en la actualidad, inaugurar colaboraciones prometedoras entre sociobiólogos, teóricos de la sociedad y filósofos morales de unas dosis de racionalidad y prudencia. Es aquí donde reentramos con Stent. Este autor, en efecto, propone (1980: 15), un determinado terreno de convergencia para tal colaboración: el estudio sistemático de la ontogénesis o constitución psicofísica del individuo. Centrándose en tal campo, los sociobiólogos dejarían de extrapolar conclusiones genotípicas, para analizar la compleja interrelación genoma-fenoma; y los teóricos sociales, a cambio, aceptarían referir los marcos cognitivos y morales del individuo a una concreta y estudiada secuencia de desarrollo. En realidad el enfoque, en lo que respecta al estudio de lo cognitivo, cuenta ya con un insigne pionero, Jean Piaget, quien prácticamente dedicó toda su vida a investigar la formación de la inteligencia mediante el estudio de casos (es decir, niños, en su tránsito de la infancia a la adultez). De esas investigaciones, de entre las cuales quizá la más famosa sea «El desarrollo mental del niño» (contenido en 1979), Piaget dedujo todo un marco epistemológico, al que denominó «genético», que aspiraba a integrar, en la facticidad concreta de cada una de las diversas ontogénesis, la vieja dualidad entre lo subjetivo y lo objetivo. La postura, ampliada a la consideración general de la sociedad, permitió igualmente al autor integrar dicha dualidad en el análisis evolutivo de los procesos de formación del orden social. Tales procesos, así concebidos, constituirán una intrincada red de «ritmos, regulaciones y agrupamientos» (1977: 56 ss.).

El anterior modelo genético ha sido desarrollado asimismo por Lawrence Kohlberg en lo referente al estudio de la constitución de la moralidad. También ésta se inscribiría en una secuencia evolutiva, cuyos estadios —de lo «convencional», o fase de simple miedo al castigo, a lo «posconvencional», o aceptación de principios universales—, serían rastreables en las ontogénesis particulares (ver 1981). El modelo podría ser ensanchado, aplicándolo a la filogénesis o constitución moral de la especie humana en su conjunto, y esto es lo que de hecho se ha propuesto Habermas en La reconstrucción del materialismo histórico (1981). Sin embargo, el esfuerzo, como el propio autor recién citado no tiene empacho en aceptar, no puede pasar aún del umbral de la formulación de hipótesis. Franquear ese umbral, haciendo de nosotros mismos y nuestras alternativas de todo tipo algo más transparente y fértil, es justo el reto liberador

que nos concierne como estudiosos y como ciudadanos. Una vía para lograrlo es acentuar la colaboración —casi inexistente, por desgracia— entre científicos básicos y científicos sociales. Y entre los primeros, cómo no, deben ser incluidos los sociobiólogos «moderados».

Alcanzada esta mínima conclusión, me interesa ahora desplegar un segundo ángulo de reflexión que no es sino un complemento o aspecto de las consideraciones teóricas precedentes. Me refiero al siguiente problema: en el supuesto de que la humanidad, según sugiere Wilson, consiga en un futuro un conocimiento tan perfecto de su entraña que se desvanezca todo posible «misterio» en torno a sí misma, ¿cuál ha de ser el norte que mantenga en los integrantes de la sociedad la ilusión necesaria para participar en ella? El «fundador» de la sociobiología no tiene respuesta. Simplemente la mantiene diferida, esperando a ese conocimiento absoluto, que, para él, tendrá lugar «dentro de cien años» (1977: 575). Será entonces cuando los seres humanos, extraños en su propio mundo, sin paraíso perdido que recordar ni tierra pro-metida a la que aspirar —el autor cita a Camus—, tendrán que resolver la papeleta.

La disyuntiva es tan terriblemente dramática, que Wilson nos concede un siglo de alivio. Pero se da el caso de que el problema está planteado en Occidente a partir por lo menos de Max Weber, y nos acucia en estos mismos momentos. No hace falta llegar a un conocimiento pleno de nuestras claves genéticas para saber que el mundo está definitivamente desencantado, incluso de las utopías seculares del tipo de la clase revolucionaria y universal. Necesitamos, empero, para subsistir, un rumbo y una identidad referidas a nuestro propio entorno, y no han faltado, en consecuencia, ensayos de repuesta al dilema.

En un trabajo tan célebre como el de Wilson, Jacques Monod propuso como solución el acogimiento a lo que él denominaba «ética del conocimiento». Dicha ética, según el autor, «no se impone al hombre, es él al contrario quien se la impone, haciendo de ella axiomáticamente la condición de autenticidad de todo discurso o de toda acción». Y concluía Monod: «por la misma enjundia de su ambición, la ética del conocimiento podría quizá satisfacer la exigencia de superación. Ella define un valor trascendente al verdadero conocimiento, y propone al hombre no sólo servirse de él, sino en adelante servirlo por una elección deliberada y consciente» (1981: 187-188).

Es comprensible que al autor de *El azar y la necesidad*, científico eminente y premio Nobel, la pasión del saber le despertara tales entusiasmos que la presentara como camino de gratificación integral. Sin embargo, parece difícil extrapolar esa noble aspiración al común de la humanidad. Otro autor con-temporáneo, seguidor sui generis del proyecto sociobiológico, Edgar Morin, sugiere un camino de respuesta a la cuestión que, en su radicalidad, pretende superarla.

En efecto, Morin, quien ha iniciado un ambicioso proyecto en varios volúmenes denominado «El método» —obra, que por cierto, inclasificable, a medio camino entre la filosofía, las ciencias de la naturaleza y las sociales—, mantiene la tesis de que tomemos ejemplo de los «bucles» o procesos circulares renovados en que consisten los pasos sucesivos de ordenación de la materia animada e inanimada, insertándonos en una corriente sin fin que propende al autorrefinamiento y que, así entendida, anula las ansiedades. Ciencia y con-ciencia deben formar un continuum integrado en la

complejidad sociomaterial de la que forman parte. Más allá de teorías unilaterales como la cibernética y el sistemismo —unilaterales en el sentido de que se enfrentan con la realidad de forma más bien distribuidora o catalogadora—, Morin plantea la fusión en un ciclo recurrente que incorpora a partes iguales continuidad y creación. Así termina el tomo primero, *La naturaleza de la naturaleza* (1981).

En la continuación del trabajo, *La vida de la vida*, el autor centra su perspectiva en el ser humano viviente de carne y hueso, proponiéndole como lema para su actual estudio un dicho aparentemente trivial: «vivir por vivir» («vivre pour vivre»). Lo que Morin indica es que el ejercicio de vivir no precisa de justificación alguna; él es por sí mismo el triunfo de la calidad y, aún más, desemboca en la concreción de sujetos conscientes y autónomos. Los sujetos —los individuos— son los depositarios, pero también los recreadores, del largo proceso evolutivo. La aventura de vivir es, por tanto, afirmativa en sí misma.

Como dice literalmente el autor con su incorregible barroquismo: «el sujeto emerge de la auto-(geno-feno-ego)-eco-re-organización, no como epifenómeno tardío, sino como hogar lógico, organizacional, computador, práxico (práxique), etológico, existencial del ser fenoménico o individuo» (1980: 274).

Bien, estamos ante una postura que, según señalé antes, desea superar los propios términos del problema que nos ocupa. Y probablemente lo consiga, aunque en un terreno terriblemente generalizador. Si descendemos de la generalización metacientífica y entramos en la candente realidad sociopolítica, ¿no sonará a frivolidad al ciudadano de a pie la divisa motivadora de «vivir por vivir»? Yo me temo lo peor, y pienso que Morin, puestas así las cosas, no supera el impasse, sino que, más bien, lo elude.

Habermas (ver la obra citada y también 1979) ha querido adecuar a la cotidianidad sociopolítica el reto de la necesaria reutopización secular de un mundo desencantado. Su punto de partida elemental es que la vida diaria en-cierra en su misma realidad la imprescindible promesa de bonheur que nos incita a seguir tirando. Esa «promesa» de tiempos mejores radica en el hecho de que seamos capaces de hablar, es decir, de traducir a contenidos simbólicos nuestras apetencias, intercambiándolas con los demás mediante el diálogo; diálogo éste que renueva sin cesar el acervo cultural de las sociedades. El ser humano es «homo sapiens», dirá Habermas, por ser a la vez «homo loquens»; es la locución humana la que despega definitivamente a nuestra especie del resto del reino animal (y en esto Wilson está de acuerdo: 1977: 177 y 555). Pues bien, concluye el autor, lo mismo que en niveles restringidos puede entenderse a la conversación como una transacción que tiende a extraer los mejores componentes de los intercambios lingüísticos en que se basa, la sociedad en su conjunto pudiera concebirse como inmenso potencial de calidad que quedaría propiciado por una profundización de su textura comunicativa. La esperanza inveterada en el futuro cuenta con una prueba concreta que la anticipa ya en la humilde experiencia de cada cual: la interlocución. Y es a partir de este mínimo asidero de donde el autor piensa que nos es dado rescatar la razón utópica.

Habermas consigue encender un destello fugaz que al menos cuenta con la ventaja de estar referido al ámbito personal inmediato. Sin embargo la solución queda apenas intuida. Habrá que seguir en el empeño. Y habrá que hacerlo con la urgencia que requiere la gravedad del caso. No «nos queda un siglo».

Desembocamos así en la paradoja de que, a efectos filosóficos o teórico-sociales, la conclusión final de la sociobiología no nos descubre demasiado. Ya sabíamos, bastante antes de que se escribiera Sociobiology, que estamos solos en el universo. Lo sabía también el propio Camus, a quien tanto valora con justicia Wilson. Permítaseme terminar estas líneas con una cita de El mito de Sísifo —libro incomprensiblemente postergado—, en el cual el gran escritor expresa el vértigo auténtico que produce reflexionar en serio sobre la azarosa condición humana. Mantengo la versión original para no alterar la intensa belleza del texto:

«Les hommes aussi sécrètent de l'inhumain. Dans certaines heures de lucidité, l'aspect mécanique de leurs gestes, leur pantomime privée de sens rend stupide tout ce qui les entoure. Un homme parle au téléphone derrière une cloison vitrée; on ne l'entend pas, mais on voit sa mimique sans portee: on se demande pourquoi il vit. Ce malaise devant l'inhumanité de l'homme me-me, cette incalculable chute devant l'image de ce que nous sommes... De me-me l'étranger qui, á certains secondes, vient a notre rencontre dans une glace, le frere familier et pourtant inquietant que nous retrouvons dans nos propres photographies» (1981:29).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ARANGUREN, J. L. L.: «Ética de la penuria», Revista de Occidente, núm. 1, abril-junio 1980.
- CAMÚS, A.: Le mythe de Sisyphe, Gallimard, París: (ed. orig., 1942).
- DAWKINS, R.: «El mito del determinismo genético», Revista de Occidente, núms. 18-19, noviembre- diciembre, 1982.
- GARRIDO, M.: «El debate sociobiológico», Libros núm. O, octubre 1981.
- HABERMAS, J.: Communication and the evolution of society, Beacon Press, Bostón, 1979. La reconstrucción del materialismo histórico, Taurus, Madrid, 1981.
- KOHLBERG, L.: The philosophy of moral development, Harper & Row, San Francisco, 1981.
- LEWONTIN, R. C.: «The corpse in the elevator», New York Review of Books. 20 de enero 1983.
- MONOD, J.: El azar y la necesidad, Tusquets, Barcelona, 1981 (ed. orig., 1970).
- MORIN, E.: La Méthode, vol. I: La nature de la nature, Seuil, París, 1981 (ed. orig., 1977); vol. II: La vie de la vie, Seuil, París, 1980.
- PIAGET, J.: Estudios sociológicos, Ariel, Barcelona, 1977. Seis estudios de psicología, Seix Barral, Barcelona, 1979.
- RAMIRO Rico, N.: El animal ladino. Alianza, Madrid, 1980.
- STENT, G. (comp.): Morality as a biological phenomenon, University of California Press, Berkeley, 1980.

THORPE, W. H.: Breve historia de la etiología. Alianza, Madrid, 1982.

THURLOW, L.: The zero-sum society, Penguin, Nueva York, 1981.

WILSON, E. O.: Sociobiology, Harvard University Press, Cambridge (USA), 1977 (ed. orig.,1975).

On human nature, Harvard University Press, Cambridge (USA), 1978.