

# PROGRESO CIENTÍFICO: ¿OPORTUNIDADES PARA EL MAL?

NÉSTOR V. TORRES DARIAS

HUMANIDADES

El conflicto bélico del que hemos sido testigos este año en el escenario siempre convulso del Oriente Medio (la invasión de Irak por una coalición de estados liderada por los Estados Unidos de América), sugiere, si no impone directamente, un punto de referencia actual en la consideración que sobre el papel de la Ciencia en la construcción del Mal podamos hacer hoy. En este conflicto bélico, del que apenas acaba de concluir la primera fase, hemos presenciado una vez más el *papel central de la tecnología utilizada extensivamente con fines bélicos*. Por otra parte uno de los argumentos más importantes esgrimidos para justificar frente a los otros los motivos de la invasión de Irak ha sido precisamente *la disponibilidad por parte de este último de "armas de destrucción masiva", principalmente químicas y biológicas*. En cualquier caso se trata de armas que son el resultado directo de la aplicación de conocimientos científicos para fines bélicos: la Ciencia al servicio del Mal.

Reflexionar sobre el papel de la Ciencia y de la Tecnología como fuentes del Mal, obliga, si se quiere ser riguroso y evitar interpretaciones divergentes, a definir el Mal. Es en este punto en donde surgen de entrada algunas dificultades puesto que el Mal no tiene una única definición; admite de hecho varias acepciones y puede por tanto ser considerado desde distintos ángulos. Así por ejemplo el Diccionario de la Real Academia Española define mal, en primera instancia "como lo contrario al bien, lo que se aparta de lo lícito y honesto"; y también "como daño u ofensa que alguien recibe en su persona o hacienda". Después hay otras dos acepciones: "desgracia, calamidad o enfermedad y dolencia". En lo que sigue la definición pertinente de Mal es la propuesta por el estudioso del mal R.F. Baumeister, que la define como *aquellas acciones de los seres humanos que intencionadamente causan daño a otras personas*. La primera restricción al concepto de mal que se revela en esta definición proviene del hecho de que *sólo nos referiremos a mal causado por los seres humanos*. Quedan por tanto fuera de esta definición, el daño causado accidentalmente o sin intención, o los desastres naturales.

El avance científico y tecnológico alcanzado en lo que va de siglo supera



todo lo realizado anteriormente por la Humanidad. Medios y técnicas cotidianos nos permiten realizar actividades hasta hace poco consideradas simplemente imposibles o milagrosas. Son los medios de locomoción y transporte que alcanzan en nuestro tiempo niveles de rapidez, seguridad y accesibilidad inimaginables hace tan sólo unas pocas décadas. Lo mismo ocurre con las tecnologías de la información; las computadoras; los desarrollos de la medicina y un largo etcétera. Pero desdichadamente, esta cara positiva y luminosa de la investigación científica está contrapesada por numerosos aspectos negativos. La Ciencia también ha contribuido a la producción de artefactos con gran poder destructivo que van desde sofisticadas armas convencionales hasta la temible bomba atómica, pasando por las armas no convencionales, como las llamadas armas químicas, biológicas y psicológicas. Que la historia de la Ciencia es en gran parte la historia de la Guerra no es un descubrimiento nuevo. Los antecedentes del uso del conocimiento científico con fines bélicos se remontan a los mismos orígenes de nuestra cultura. Plutarco, Livio y Polibio describen máquinas como la catapulta y un espejo reflectante inventadas por Arquímedes y empleadas en la defensa de Siracusa en el siglo III antes de Cristo.

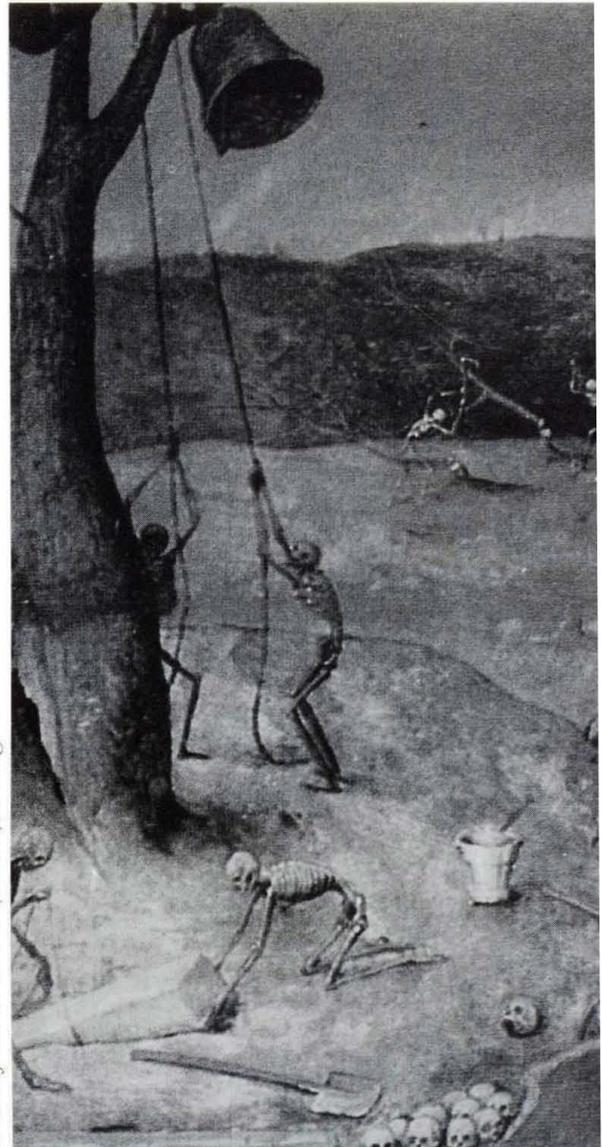
Por otra parte el temor a los riesgos asociados al conocimiento es

también tan antiguo como la Humanidad y está inextricablemente unido a nuestra cultura. El Génesis, primer libro de la Biblia, ya prevenía contra los riesgos del conocimiento. Adán y Eva, los precursores de la Humanidad hasta que Darwin desmontó la interpretación mito poética sobre el origen del ser humano y demostró que nuestros orígenes como especie no son distintos de los de la más humilde de las bacterias, fueron advertidos por Dios de no comer del árbol de la Ciencia y del Conocimiento. Fue precisamente como consecuencia de desobedecer este mandato divino, cuando fueron expulsados del Paraíso perdiendo así la felicidad irresponsable del que no sabe. Más tarde este mismo argumento sirvió para construir el mito de Prometeo. Prometeo, hijo del titán Jápeto y de la ninfa del mar Clímene, y su hermano Epitemeo fueron los encargados de crear la Humanidad y de proveer a los seres humanos y a todos los animales de los recursos necesarios para la subsistencia. Epitemeo creó los animales mientras que Prometeo, modelando una mezcla de tierra y agua, creó a los humanos. En un intento posterior de que éstos fueran superiores al resto de las criaturas mortales, les enseñó el uso del fuego. Con el fuego la humanidad se hizo más fuerte; más igual a los propios dioses. Semejante trasgresión le hizo merecer a Prometeo un terrible castigo. Zeus, tan encolerizado como el Dios de Adán y Eva, encadenó a Prometeo a una roca en los montes Cáuca-



so y lanzó un águila para que durante el día le devorara el hígado. Este tormento se repetía todos los días ya que durante la noche el hígado se regeneraba. De hecho el hígado es el único órgano que se regenera espontáneamente en el ser humano; un atisbo de conocimiento científico que se utiliza en la construcción del mito. De estos antecedentes la primera conclusión es que desde el principio nuestra cultura ha asumido que el conocimiento es al tiempo que liberador peligroso, siendo a la vez objeto de deseo y de temor. Y una segunda es que tanto las religiones como la tradición, frente a la disyuntiva entre conocimiento (libertad) o ignorancia (dependencia feliz) optan por la ignorancia.

En nuestro tiempo, los progresos de la Ciencia han reeditado el viejo conflicto entre deseo y temor en ámbitos diferentes de los bélicos. En 1997 se anunció el nacimiento del primer mamífero superior clonado, la oveja Dolly. A partir de ese momento la clonación de seres humanos se hizo técnicamente posible y lo que hasta entonces había sido un sueño (pesadilla) del imaginario popular se hizo realidad. Por otra parte los mismos desarrollos que sirvieron para conseguir la clonación de Dolly y las técnicas derivadas de los mismos pusieron en nuestras manos medios eficaces para la obtención de células madres capaces de reparar tejidos dañados y salvar vidas humanas. Un bien este que nadie discute, pero que junto a nuestros co-



*El triunfo de la muerte (detalle), Bruegel*

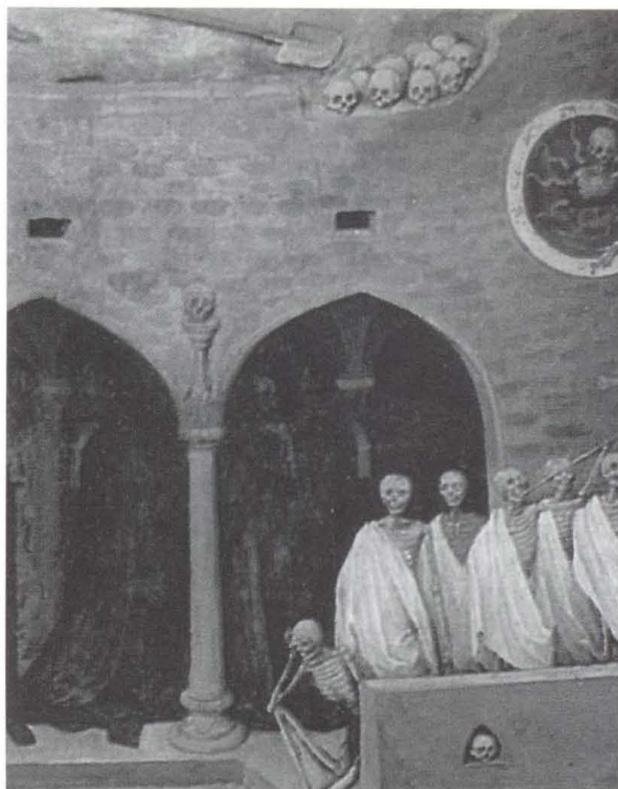
nocimientos sobre el genoma humano abre la puerta a nuevos métodos de curación (las terapias génicas) y al riesgo, casi inaudito antes, de la generalización de las prácticas eugenésicas en su versión del siglo XXI: la neoeugenesia o eugenesia molecular. Esta consiste en la mejora dirigida de la especie humana por manipulación directa de su genoma. Una vez más la Ciencia destapa la caja de Pandora y acerca a la Hu-



manidad a la categoría de los Dioses. La lista de conflictos con esta misma naturaleza es extensa. Los alimentos transgénicos, que abren posibilidades insospechadas para la mejora de la producción de alimentos tanto cuantitativamente como cualitativamente, suscitan temores atávicos, de raíces generalmente mal comprendidas en la población; el conocimiento de la estructura atómica que sirvió para la construcción de las armas más letales que nunca hayan existido supone al mismo tiempo una fuente de energía y de tratamientos de enfermedades, incurables de otro modo.

No se trata por tanto, insistimos, de nuevos problemas, sino más bien de una vieja cuestión, que adquiere un protagonismo creciente en la misma medida que aumentan nuestros conocimientos sobre el mundo: *el conocimiento científico pone en nuestras manos un enorme poder. Poder que puede servir para hacer la vida de los hombres más dichosa y duradera y al mismo tiempo para contribuir a su propia destrucción.* En fin, que el camino del conocimiento (científico) está lleno de bifurcaciones, algunas de las cuales conducen a lugares peligrosos. En lo que sigue ilustraremos el debate sobre la Ciencia como fuente potencial de Bien y Mal con uno de los ejemplos antes citados, las aplicaciones de los desarrollos en la clonación humana y la genética molecular.

El triunfo de la muerte (detalle), Brueghel

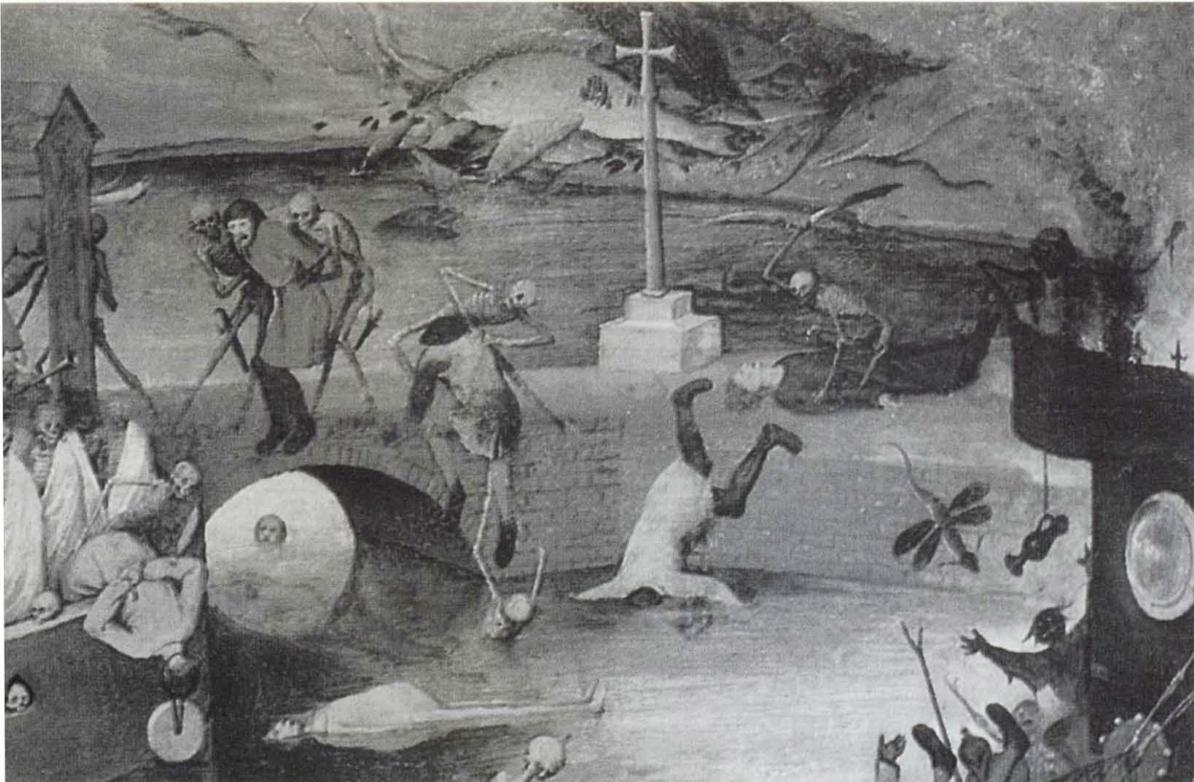


#### CLONACIÓN HUMANA

Un clon es un organismo con idéntica constitución genética que otro, obtenido por métodos asexuales. Clonación es por tanto el proceso de producción de clones. Un caso bien conocido de clones naturales son los gemelos monocigóticos.

La denominada clonación reproductiva tiene por objeto producir individuos completos genéticamente idénticos e implica la implantación del embrión clonado en el útero de una madre, el desarrollo del mismo y el nacimiento de un individuo. La técnica de clonación que permite “replacar a un individuo” es la transferencia nuclear. Esta técnica es conceptualmente simple aunque técnicamente complicada. Consiste en sustituir el





núcleo de un óvulo por el núcleo de otra célula y provocar el desarrollo del embrión. En el caso de la oveja Dolly se extrajeron células de glándula mamaria de una oveja. Las células de glándula mamaria contienen todos los genes del organismo, pero al estar especializadas sólo están activos aquellos que son necesarios para la función de la mama. Una vez extraídas fueron trasladadas a un medio de cultivo en donde se les permitió crecer y dividirse. El siguiente paso consistió en extraer un óvulo sin fertilizar de otra oveja. A este óvulo se le extrajo el núcleo de manera que quedó el óvulo anucleado desprovisto de su genoma (los cromosomas del núcleo) pero con la maquinaria metabólica necesaria

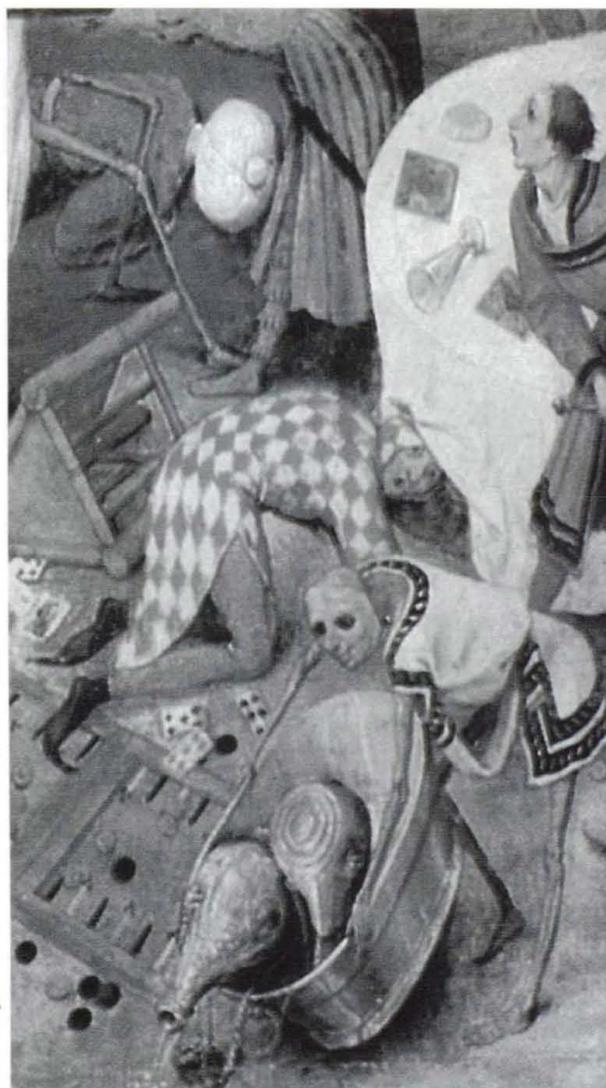
para producir un embrión. Es en este momento en el que se produce la transferencia nuclear, insertando el núcleo de la célula donadora en el óvulo anucleado. Al conjunto así obtenido (óvulo + núcleo de otra célula) se le sometió a una débil descarga eléctrica que sirvió para desencadenar los mecanismos que inician la formación del embrión. El siguiente paso fue la implantación en el útero de una madre receptiva del embrión que ha comenzado a desarrollarse. En el caso de Dolly al cabo de 148 días de gestación nació Dolly, idéntica al animal donador de núcleo.

La aplicación de las técnicas de clonación reproductiva a seres humanos cuenta con defensores. Estos



la defienden como salida para aquellos que por diversas razones deseen niños genéticamente idénticos a ellos mismos o a alguien a quien quieren o admiran. La clonación se justifica como una expresión de la libertad reproductiva individual que, según ellos, no debe estar limitada por la legislación. Por otra parte la investigación básica en este campo (mediante el uso de clones de embriones humanos) permitiría el avance en el tratamiento y prevención de enfermedades genéticas y en los métodos de fertilización *in vitro*. La clonación de embriones puede ser la base de tratamientos contra la infertilidad cuando la fertilización *in vitro* no es posible. Es el caso de padres infértiles o portadores de genes responsables de enfermedades o de parejas homosexuales. La clonación reproductiva permitiría obtener tejidos embrionarios clonados que pueden ser usados para la sustitución de órganos o tejidos enfermos. Por último, estas técnicas están en la base de la producción de proteínas de uso terapéutico, sistemas de diagnóstico de enfermedades, diseño de tratamientos de prevención de enfermedades genéticas, ensayos de medicinas y procedimientos médicos, etc.

En contra de su uso está, hoy por hoy, la mayoría de la comunidad científica y de los estados. Entre las razones que se esgrimen para su rechazo está el carácter experimental de las técnicas empleadas y el elevado



El triunfo de la muerte (detalle), Bruegel

riesgo de seres humanos defectuosos. Además, esta baja tasa de éxito precisaría emplear un elevado número de embriones, lo que agudizaría el problema del almacenamiento y uso de los embriones sobrantes. Sin embargo es factible que a medida que las investigaciones avancen se puedan mejorar las técnicas y alcanzar niveles de éxito comparables a los nacimientos naturales. En ese momento esta objeción dejaría de serlo. Otras objeciones se basan en el hecho de que la clonación reproductiva pasaría a convertirse en





un acto de consumo: se estaría propiciando la producción caprichosa de un ser humano idéntico a otro. En este escenario es posible imaginar un mercado de genoma, en el que se valore a los donantes dispuestos a permitir su clonación a cambio de dinero: estrellas de cine, atletas, o premios Nobel. Tampoco es descartable que los clones lleguen a ser considerados ciudadanos de segunda clase; en algunos casos engendrados con la única finalidad de servir de proveedores de órganos.

### TÉRAPIAS GÉNICAS Y EUGENESIA

Por terapia génica se entiende aquella técnica de ingeniería genética mediante la cual se introduce material genético exógeno en seres humanos a fin de corregir deficiencias del material cromosómico (genoma) y proporcionar así alguna ventaja terapéutica. Por lo tanto la principal diferencia entre terapia génica y terapia tradicional es que en la última se emplean fármacos que actúan sobre los productos de los genes (las proteínas) o bien los medicamentos son ellos mismos proteínas. La terapia génica sin embargo está dirigida a actuar sobre los genes mismos.

Aunque en su origen la terapia génica estaba orientada al tratamiento de las enfermedades hereditarias tales como la Inmuno-Deficiencia Severa Combinada o la fibrosis cística, actualmente se trabaja en su aplicación a una gama amplia de enfermedades: cáncer (en varios de sus tipos), artritis y varias clases de enfermedades neurodegenerativas. Hay dos clases de terapias génicas, la germinal y la somática. En la terapia génica germinal se interviene directamente sobre el genoma de las células reproductoras (espermatozoides y óvulos) con el objetivo de conseguir la curación de enfermedades hereditarias, es decir de aquellas asociadas a la composición o estructura de la dotación cromosómica individual. Consiste en insertar en óvulos copias del gen en el que estamos interesados. Estos,



El triunfo de la muerte (detalle), Brueghel



una vez fecundados, se implantan en el ovario de una hembra que eventualmente generará individuos portadores de ese gen en todas sus células somáticas. La terapia génica germinal tiene pues como beneficiarios exclusivos a la descendencia y no al individuo sobre el que se actúa. Por su parte la terapia génica somática se aplica sobre células no reproductoras (somáticas), con el objeto de restablecer en algún tejido una función que no se encuentra operativa debido a algún defecto de los genes responsables de su control. La inserción del gen provoca que se

exprese el mismo, en lugar de o al mismo tiempo que el gen original, lo que conduce a la aparición de la proteína con propiedades óptimas.

La eugenesia se define como la aplicación de las leyes biológicas al perfeccionamiento de la especie humana. La idea se puede trazar en los mismos orígenes de nuestra cultura. Platón en *La República* escribía: “Lo mejor de ambos sexos debe reproducirse juntos lo más frecuentemente posible, lo peor de los dos sexos, lo menos posible... si se quiere que nuestro grupo alcance la máxima perfección”



Pero es en el siglo XIX, gracias a la obra y trabajos de Francis Galton, cuando estas ideas cobran mayor relevancia. Galton introdujo el término eugenesia para referirse a la ciencia que trata de todos los factores que mejoran las cualidades propias de la raza, incluidos los rasgos psicológicos y morales. De hecho las ideas eugenésicas desempeñaron una influencia considerable en la obra de Charles Darwin y su teoría de la evolución basada en la selección natural. Desde entonces la tentación de trasladar el concepto de selección natural a la selección social ha estado siempre presente en nuestra cultura.

Al considerar la eugenesia se distinguen dos tipos, la negativa y la positiva. La eugenesia negativa es la destinada a la eliminación de una descendencia no deseada o que padece graves malformaciones; la eugenesia positiva por el contrario es la dirigida a la selección de características deseadas. También la eugenesia negativa tiene antecedentes en la historia reciente. En los Estados Unidos de América, a principios del siglo XX existían en muchos estados leyes destinadas a la esterilización de aquellas personas consideradas indeseables. Estas leyes fueron posteriormente declaradas anticonstitucionales y anuladas. En Europa, la Alemania nazi aprobó en 1935 la “Ley para la prevención de las enfermedades hereditarias” que de hecho supuso la esterilización obligatoria de miles

de mujeres y posteriormente legitimó la victimización de millones de personas.

La eugenesia positiva ha encontrado en las técnicas y procedimientos de las terapias génicas poderosas herramientas de desarrollo, hasta el punto de que se habla de una nueva eugenesia positiva: la “neoeugenesia”. La legislación de la mayor parte de los países de nuestro entorno condena, por éticamente inaceptable, la neoeugenesia. Así, la aplicación de las terapias génica germinal, sin fines terapéuticos pero con la finalidad de mejorar caracteres es, a juicio de la mayoría, inaceptable y contraria a la dignidad humana. En línea con esto la legislación española permite la prevención y tratamiento de enfermedades de origen genético o hereditario mediante el empleo de técnicas de procreación asistida (eugenesia negativa), pero prohíbe explícitamente la modificación del patrimonio genético no patológico así como la manipulación genética con fines no terapéuticos, lo que supone la prohibición práctica de la eugenesia positiva (Ley de Reproducción Asistida). En línea con esto el Código Penal español castiga con penas de prisión la manipulación de genes humanos con finalidad distinta a la eliminación de taras o enfermedades graves.

La consideración de las posibilidades y los riesgos de la clonación humana y de la neoeugenesia nos



enfrenta a conflictos éticos y sociales semejantes a los que se plantean siempre ante un desarrollo tecnológico.

En el Chino Mandarín la palabra *crisis* está compuesta de los ideogramas que representan a su vez los conceptos de riesgo y oportunidad. Y esta acepción de *crisis* es adecuada para representar la disyuntiva *que*, en lo relativo a los posibles escenarios que crea la Ciencia con relación a la vida del hombre. Las oportunidades, la cara feliz de las aplicaciones de la ciencia, son evidentes y sintéticamente pueden resumirse en el aumento de la cantidad y calidad de la vida de las generaciones presentes y futuras. Nunca antes en la historia de la Humanidad tantos habían vivido tanto y tan bien. Y esto es sin duda una consecuencia de nuestro mayor y mejor conocimiento de la naturaleza y de nuestro control sobre ella. Pero los riesgos de auto aniquilación de la especie humana o del medio ambiente tampoco nunca antes fueron tan grandes. Este peligro es igualmente una consecuencia de nuestro mayor y mejor conocimiento del mundo y de las leyes naturales que lo rigen: son las dos caras de la Ciencia.

Los temores y las dudas deben ser conjurados y promover, sin ambages, la apertura de la sociedad hacia los cambios tecnológicos; estimular la diseminación de la información sobre sus beneficios y riesgos potenciales e *impulsar el pensamiento crítico, científicamente informado y humanista*. El miedo no debe limitar la libertad ni el progreso. En sus aspectos luminosos la Ciencia representa la más genuina oportunidad de liberar al hombre de sus preocupaciones materiales y por tanto de que pueda emplear su libertad en el estudio y la comprensión de sí mismo.

