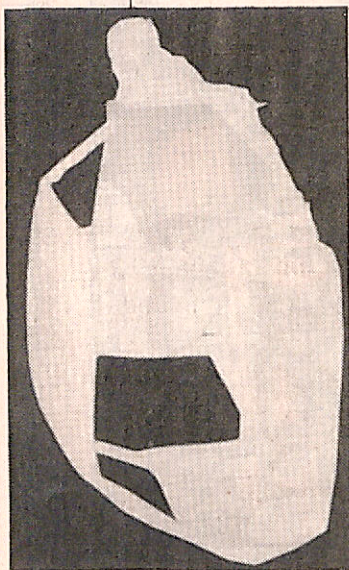


# FUTURO

Simular el comportamiento ante un choque de la estructura de un **automóvil** y los efectos sobre los ocupantes es sólo una de las numerosas aplicaciones de los **superordenadores** en la **automoción**. Investigadores españoles intentan conseguir **espejos baratos y eficaces** para reflejar la energía del Sol en las **futuras centrales solares**.

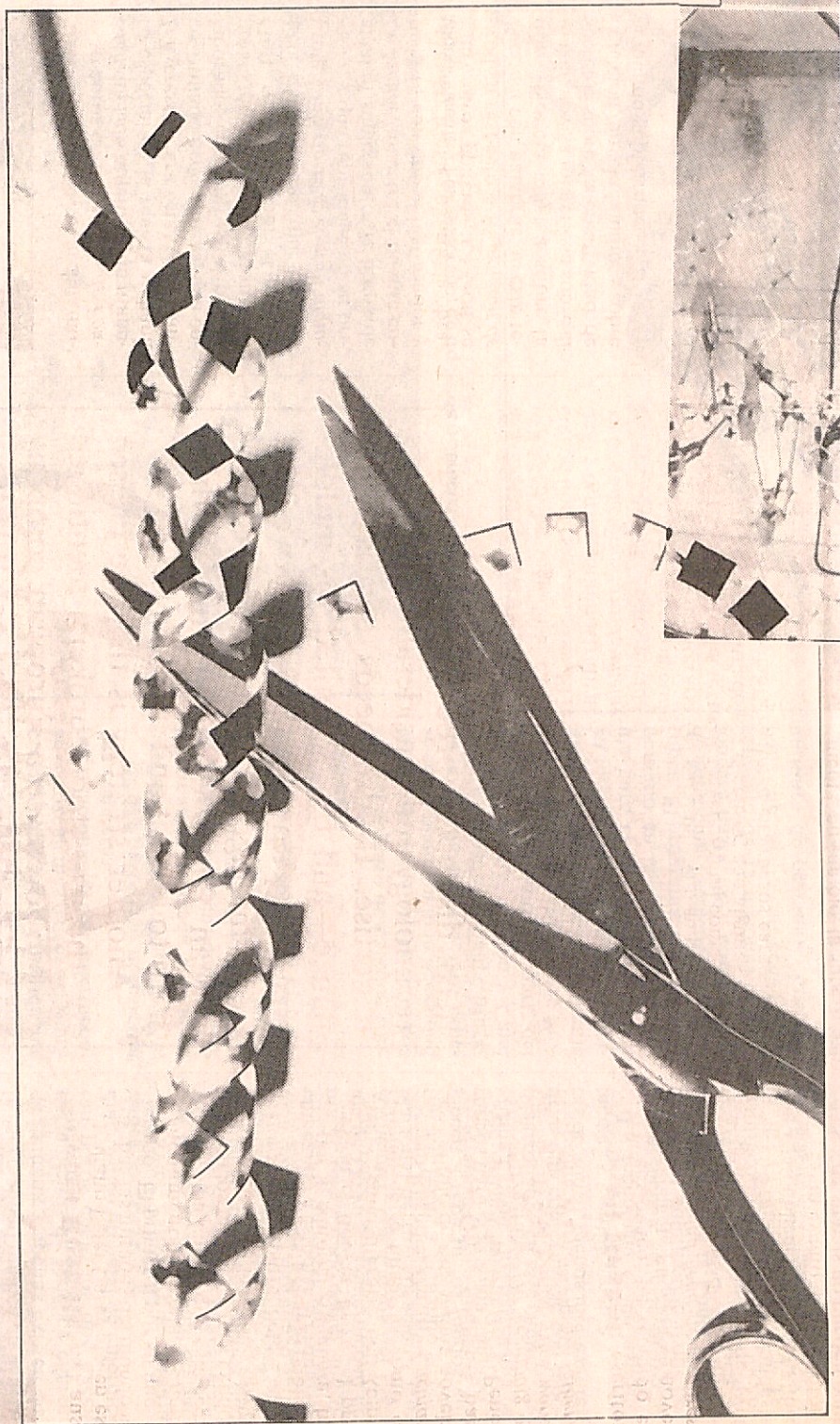
Simulación por ordenador de choque lateral en un automóvil.



## Los trenes que levitan se retrasan

ANDREW POLLACK (NYT)

La superconductividad a altas temperaturas ha empezado una nueva fase, mucho más modesta, abandonando para un futuro lejano los sueños de grandes saltos tecnológicos predichos tras los espectaculares descubrimientos realizados hace tres años. Los expertos creen que los primeros usos de la nueva tecnología se darán en microelectrónica altamente especializada, y en Estados Unidos el destino serán las fuerzas armadas. Las nuevas aplicaciones se hicieron posible tras el descubrimiento, en 1985, de nuevos materiales que se hacían superconductores —podían transportar corriente eléctrica sin resistencia alguna— a temperaturas mucho más altas que los materiales conocidos hasta ese momento.



# La esencia del ser

## Problemas éticos, legales y económicos del programa para conocer los genes del hombre

MALEN RUIZ DE ELVIRA

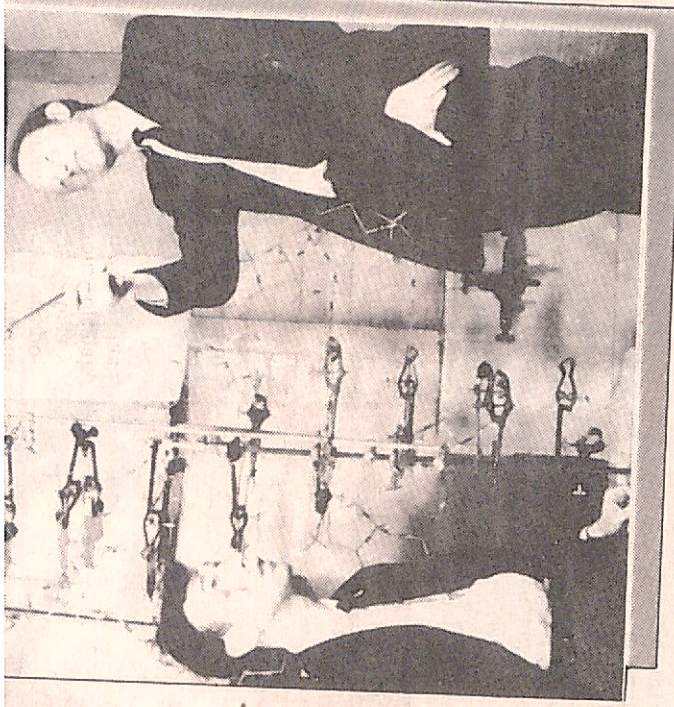
James Watson, el codescubridor en 1953 de la estructura de doble hélice del ácido desoxirribonucleico (ADN), nombrado recientemente coordinador de los esfuerzos en Estados Unidos para cartografiar y secuenciar la totalidad de los genes humanos, cree que al menos un 3% del dinero dedicado al proyecto debe destinarse a los aspectos éticos. El francés Jean Dausset, otro premio Nobel por sus trabajos en genética, piensa que sería necesario establecer una moratoria que impida tocar la información genética de las células sexuales humanas. Se trata de dos ejemplos de científicos eminentes preocupados por las consecuencias éticas y legales de la investigación en genética humana, un campo que ha recibido un gran impulso en los últimos meses con la decisión de iniciar el estudio del genoma humano completo.

Watson afirmaba en una reciente entrevista que debe quedar claro que los genes de un individuo le pertenecen totalmente y no pueden ser propiedad de ningún laboratorio, organismo o empresa. A medida que el perfil genético de los individuos pase a ser una realidad y su relación con características tales como enfermedades, inteligencia o equilibrio mental vayan conociéndose,

puede surgir el racismo genético si se hace mal uso de la información obtenida, recuerda Watson. A Dausset le preocupa el hecho de que los científicos saben demasiado poco todavía como para andar haciendo de aprendiz de brujo. Dausset, que hizo estas reflexiones durante el Simposio sobre Cooperación Internacional para el Proyecto del Genoma Humano, que se ha celebrado esta semana en Valencia, no logró que los 200 científicos reunidos, procedentes en su gran mayoría de Estados Unidos, Europa y Japón, recogieran en las conclusiones finales su tesis.

### Torre de marfil

Sin embargo, los científicos se mostraron preocupados por las consecuencias éticas de su trabajo, y señalaron que no deben suscribirse a ellas permaneciendo en su torre de marfil ante una posible mala utilización de la información generada en un proyecto de tan gran escala como es el del genoma humano. A pesar de ello, la sesión dedicada a los problemas éticos y legales resultó insuficiente, según muchos de los asistentes, ya que se prestó mucha más atención a los problemas de propiedad intelectual que a los posibles problemas éticos que plantea.



James Watson y Francis Crick, en 1953, ante un modelo de estructura de ADN.

AZNAR

Mientras se discuten los problemas, el hecho es que Estados Unidos ha tomado la iniciativa en el proyecto. James Wyngaarden, director de los Institutos Nacionales de la Salud de ese país, y por tanto jefe de Watson, explicó en Valencia que este año su departamento y el de Energía dispondrán de un total de 50 millones de dólares (casi 6.000 millones de pesetas) para este proyecto concreto.

El proyecto pretende en Estados Unidos, en primer lugar, mejorar el manejo y acceso a la información existente actualmente en las bases de datos sobre ADN, las más importantes de las cuales están situadas en Estados Unidos, Europa (en el Centro Europeo de Biología Molecular) y Japón. Mejorar los métodos de

clonación y secuenciación automática —es decir, desarrollar la tecnología necesaria— es otro objetivo, seguido del que persigue obtener marcadores de gran precisión para realizar la cartografía de los genes dentro de los 23 cromosomas humanos. Se pretende conseguir que exista una sonda biológica (que permite situarse en un punto concreto de la cadena de ADN) por cada millón de nucleótidos. En total existen unos 3.000 millones de pares de nucleótidos en el genoma humano. El objetivo último es secuenciar detalladamente el genoma, es decir, establecer la estructura detallada de los 50.000 a 100.000 genes existentes. Para ello, señaló Wyngaarden, serán necesarios de 10 a 15 años.

Pasa a la página siguiente

Las aplicaciones en motores se han retrasado, mientras que la consecución de finisimas películas superconductoras ha acercado la superconductividad a la microelectrónica. Por el contrario, los investigadores han tenido problemas para hacer cables flexibles que puedan llevar la corriente necesaria. De esta forma, la transmisión eléctrica y los trenes que levitan se alejan a 10 o 20 años vista, si es que son posibles.

Entre las aplicaciones que pueden estar listas en tres o cinco años se encuentran los sensores que pueden detectar cambios en los campos magnéticos terrestres causados por un submarino. Estos sensores también podrían utilizarse para detectar señales cerebrales o diagnosticar desórdenes neurológicos. Otra posible aplicación son antenas que pueden recibir señales en frecuencias mucho más elevadas que las utilizadas actualmente para uso en comunicaciones y en la exploración del espacio, y cableado de ordenadores que permitan el paso mucho más rápido de señales electrónicas.

En Estados Unidos, el Departamento de Defensa es el que está proporcionando un mayor nivel de financiación a la investigación en superconductividad. Para este año fiscal piensa gastarse 63 millones de dólares, la mitad del total de gasto gubernamental en investigación y desarrollo.

Los científicos no disponen todavía de una teoría generalmente aceptada sobre cómo y por qué funcionan los nuevos materiales superconductores.

## BIOLOGÍA



Montserrat Baiget, Pere Puigdomenech, Miguel Vicente y Felipe Moreno, de izquierda a derecha, asistentes españoles al congreso de Valencia.

Viene de la página anterior

La cooperación internacional parece clara en algunos de estos aspectos, como es el acceso a las bases de datos, que ya se está haciendo a escala mundial. Un acuerdo entre caballeros impide que se publique en revistas científicas una determinada secuencia o parte del mapa físico o cromosómico si antes no se ha pasado la información a una base de datos, explicaron algunos de los científicos asistentes. Sin embargo, este acuerdo no parece suficiente ante los fuertes intereses comerciales que sin duda aparecerán a corto plazo a medida que se conozcan más partes del genoma relacionadas con enfermedades concretas.

Otro aspecto que necesita la cooperación internacional es la información recogida a lo largo de generaciones en familias con raras enfermedades hereditarias, que muchas veces sólo se dan en determinadas zonas del planeta.

## Europa

Ante el impulso de Estados Unidos y Japón, los países europeos se están planteando la necesidad de no quedarse atrás. Dos especialistas españoles, Felipe Moreno, del hospital Ramón y Cajal de Madrid, y Jaime Renart, del Instituto de Investigaciones Biomédicas, participan actualmente en la preparación de un programa para el estudio del genoma humano en la Comunidad Europea. El programa, denominado Medicina Predictiva, se prolongará hasta 1992, con un presupuesto de 15 millones de unidades de cuenta europeas (2.000 millones de pesetas). "Los europeos se proponen por el mo-

es alto en España y existen grupos que pueden reconvertirse fácilmente hacia el estudio de genética humana, Montserrat Baiget, uno de los pocos especialistas españoles en genética humana, cree que la reconversión no es tan fácil. Baiget se contentaría con que se estableciese la infraestructura necesaria, ahora inexistente, para poder contribuir al proyecto con estudios sobre familias españolas. Esta especialista recuerda que en España no se ha dado siquiera el primer paso, el establecimiento de la especialidad médica en genética humana y apenas existen departamentos de genética clínica, tan pocos como los que hacen diagnóstico prenatal de enfermedades genéticas.

Xavier Estivill, que trabaja con Baiget en el hospital de San Pablo de Barcelona, y es especialista en la anomalía genética que produce la fibrosis quística, señala que en su laboratorio se ha empezado a estudiar el cromosoma 21, relacionado con el síndrome de Down y la enfermedad de Alzheimer, con fondos del Plan Nacional de Investigación Científica y Técnica. "Cuando se empiecen a repartir los fondos europeos para el genoma humano", afirma Estivill, "los países menos desarrollados en este campo tendrán que conformarse con labores de apoyo, menos interesantes técnica y científicamente".

La tecnología es un aspecto que preocupa en este proyecto grandioso, comparable al que llevó al hombre a la Luna. "Es un proyecto trampa", explica el científico español Miguel Vicente, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC): "una vez empezado no se puede

**iberpiel**

**Del 3 al 6 de Noviembre**

**EL DISEÑO  
MUESTRA SU PIEL**

Toda la piel de las nuevas tendencias de la marroquinería, confección y artículos de viaje 88-89 estarán en **IBERPIEL**.  
Nuevos expositores, contactos, más metros cuadrados y todo el diseño en el Salón Internacional de la Marroquinería española.

**SALON INTERNACIONAL DE LA MARROQUINERIA,  
ARTICULOS DE VIAJE E INDUSTRIAS CONEXAS**

RECINTO FERIAL DE LA CASA DE CAMPO MADRID-ESPAÑA



**ICEX**



PRIMERA LINEA

ser humano, sin llegar a la secuenciación", explica Felipe Moreno.

El centro de referencia sería el Centro de Estudios de Polimorfismos Humanos, que dirige Dausset en Francia y que conserva células de 60 familias a lo largo de tres generaciones; en total, unos 700 individuos.

La puesta en práctica de un proyecto de las características del genoma humano no se hace de una forma centralista, explican los científicos. Se trata de ir dando fondos a los grupos existentes y coordinarlos de forma que la investigación que realizan se complementen.

En el caso de Europa, los científicos españoles no se encuentran especialmente bien dotados para acceder al reparto. Mientras que Moreno piensa que el nivel de la biología molecular

es a corto plazo. Además, va a cambiar la filosofía de hacer ciencia, al ser imprescindible disponer de una tecnología muy complicada y cara, que hasta ahora no se necesitaba.

Secuenciadores automáticos y grandes ordenadores figuran entre las máquinas que resultarán imprescindibles. Ante ello, los especialistas españoles piden que exista una planificación que impida la duplicación de gastos y esfuerzos y permita a los grupos de investigación compartir las máquinas que se compran finalmente. Otro científico, Pere Puigdomenech, también del CSIC, señala que esta poderosa tecnología será utilizable para estudiar los genes de cualquier organismo, no sólo de los humanos, y por tanto, será de utilidad para todos los biólogos que tratan con ADN.

## Clonar y secuenciar

P. P.  
Para llegar a la secuencia de un gen o de un fragmento cualquiera de un genoma es necesario en primer lugar clonarlo. Esto quiere decir introducir este fragmento en un vector, que no es más que otro fragmento de ADN que puede introducirse en células bacterianas y ahí replicarse de forma autónoma. Una vez el fragmento con su vector se ha introducido en bacterias, se obtiene un número de clones bacterianos, es decir, colonias procedentes cada una de un único individuo, y cada uno de éstos tiene un fragmento de ADN distinto.

Para identificar el clon que

posee un gen determinado es muy útil conocer en qué región de un cromosoma se encuentra, o lo que es lo mismo, saber en qué región del mapa del cromosoma se encuentra. Cartografiar los genes se consigue estudiando la transmisión de un carácter genético o de variaciones (polimorfismos) en la secuencia de un fragmento de ADN entre los individuos de familias humanas.

Una vez un fragmento clonado, es posible secuenciarlo. Para ello hay diversas estrategias y dos técnicas básicas, una basada en reacciones enzimáticas y la otra en reacciones químicas.