

Ysbelia Sánchez y Evelyn Tineo

## 7 Trabajando en un taller de genética

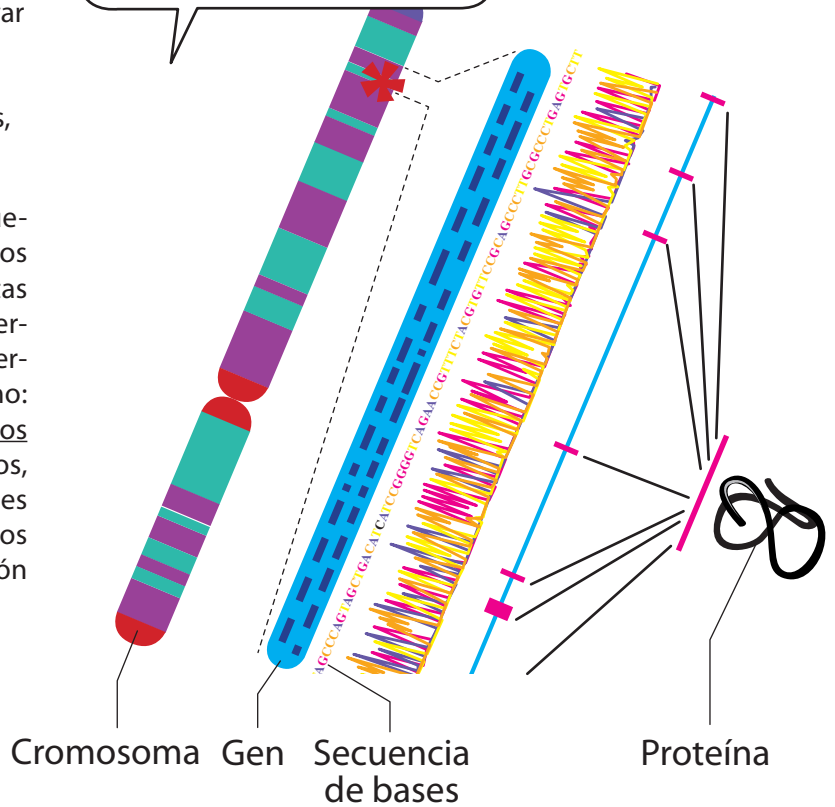
Ingenieros de la vida

**C**uando observamos un grupo de personas, hombres y mujeres, nos damos cuenta de que a pesar de las diferencias de género tienen características muy parecidas: poseen ojos, boca, nariz, piernas, brazos. Hablando de manera figurada, estas características están *escritas* en los genes, en formas de *letras* –bases nitrogenadas: adenina (A), citosina (C), guanina (G) y timina (T)– que conforman *palabras y frases* –por ejemplo, aminoácidos y proteínas–; las cuales constituyen lo que se ha llamado «el libro de la vida», que no es otra cosa que el ADN (ácido desoxirribonucleico). Un «libro» único y particular, una obra maestra, cuya lectura e interpretación se traduce en nuestras características físicas, fisiológicas y psicológicas.

Como en todo libro, pueden encontrarse errores de variada índole, que pueden llevar a cambios o mutaciones en las secuencias de las bases nitrogenadas, algunas veces responsables de enfermedades como el cáncer, diabetes, distrofia muscular, entre otras.

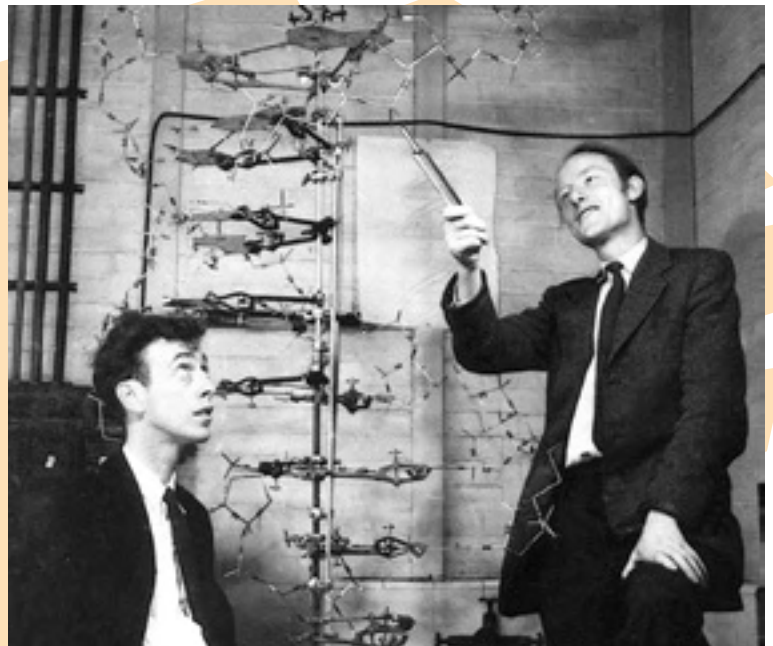
En la actualidad, estas secuencias de bases pueden ser reescritas y corregidas por los ingenieros de la vida; científicos, principalmente genetistas y biólogos moleculares, quienes aplicando diversas técnicas para el análisis de los genes, les permiten obtener resultados tan maravillosos como: secuenciar los genes (determinar los nucleótidos que los forman), transferir genes entre individuos, incluso de especies diferentes, reemplazar genes defectuosos, cartografiar y trazar el mapa de los genes, valga decir, identificar y ubicar su posición en los cromosomas.

Observa de izquierda a derecha la representación gráfica de un cromosoma, la sección de un gen, su secuencia de bases y la proteína que se forma.



## PARA REFLEXIONAR

Desde que James Watson (1928) y Francis Crick (1916-2004) publicaron en 1953 la estructura del ADN, se desencadenó una revolución científica sin precedentes que llevó a plantear interrogantes como: ¿qué secuencias se relacionan con nuestro color de cabello o de ojos? Al conocer la estructura química del ADN, ¿es posible saber en qué secuencias del ADN hay errores en las bases nitrogenadas (A, T, C, G)? ¿Soy portador silencioso de alguna enfermedad grave? ¿Qué consecuencias sociales puede generar el conocer las diferencias genéticas?



El modelo de Watson y Crick  
Fuente: capitanlillo.blogspot.com/2011/01/el-modelo-de-watson-y-crick.html

# ¡Conóctete a ti mismo!

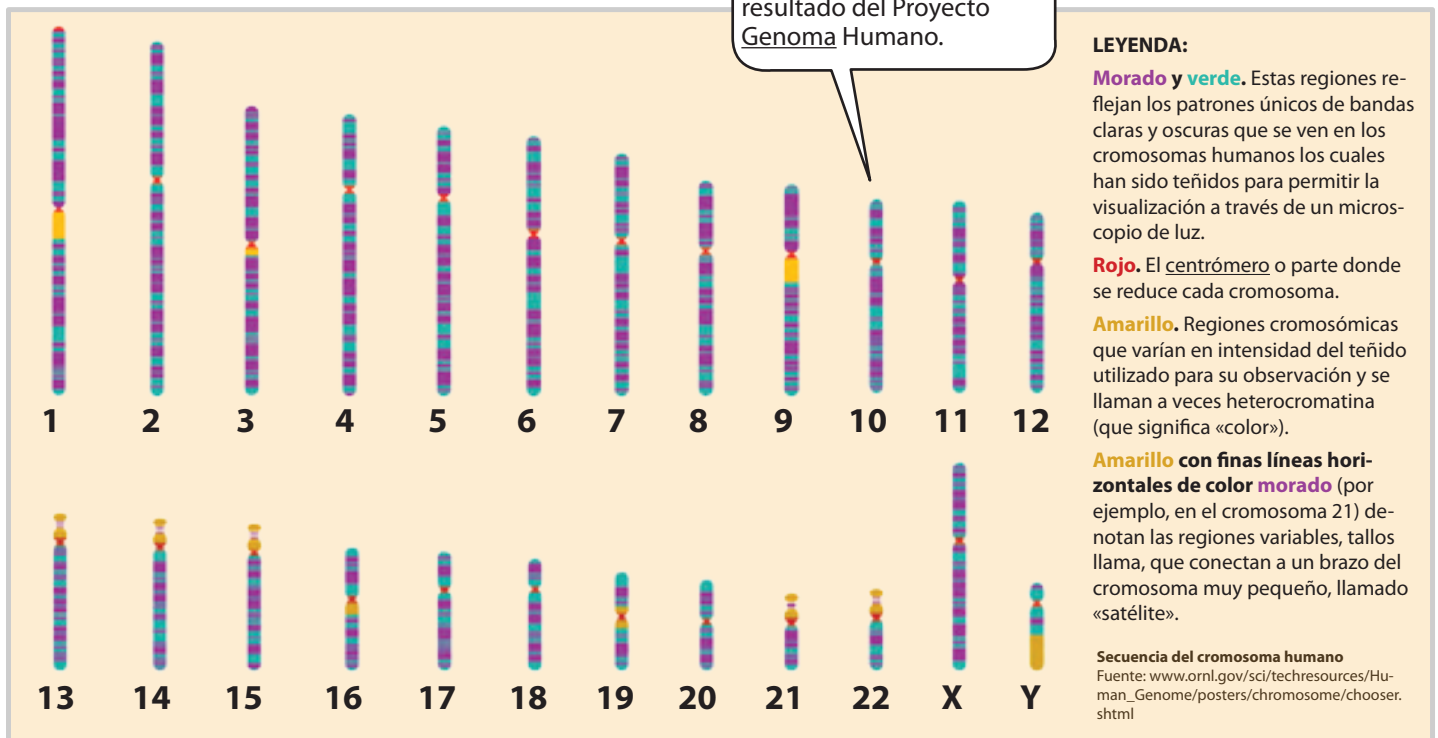


Sócrates  
Fuente: rohaut.blogspot.com/2010/07/illustracion-de-la-cultura-occidental.html

**E**sto solía aconsejar Sócrates, el famoso filósofo griego, y precisamente, al explorar los misterios de nuestro genoma (la totalidad de nuestro material genético), estamos intentando llevar a la práctica este consejo antiguo.

Como consecuencia de estas y muchas otras preocupaciones en el área de estudio de la genética, surge en 1990 el **Proyecto Genoma Humano (PGH)**, encargado de secuenciar todo nuestro ADN. Este proyecto avanzó de manera vertiginosa, y para 1997 ya se había secuenciado el cromosoma X; en 1999 alcanza el rango de proyecto mundial, conformado por 18 países y coordinado por Estados Unidos. Para el año 2003 ya se había secuenciado el genoma humano completo.

Estas son las secuencias de cada uno de los cromosomas humanos, resultado del Proyecto Genoma Humano.



Los principales objetivos del **Proyecto Genoma Humano** fueron: identificar el número de genes en el ser humano –y ahora sabemos que tenemos entre 20.000 y 25.000 genes–, determinar la secuencia de más de 3 millones de bases nitrogenadas del ADN, mejorar las herramientas para el análisis de los datos, y algo tan importante como lo anterior: abordar las implicaciones éticas, jurídicas y sociales del proyecto.

## Cuestiones bioéticas

El Proyecto Genoma Humano tiene implicaciones éticas, legales y sociales, ya que la posibilidad de conocer o diagnosticar enfermedades que no tienen tratamiento o que éste resulte muy costoso, la posibilidad de despertar en la población sentimientos de discriminación por el padecimiento de alteraciones genéticas, la detección de rasgos psicológicos con base genética y la pérdida de confidencialidad de la información genética de una persona, pueden servir de pretexto para conflictos por discriminación o utilización perversa de esta información.

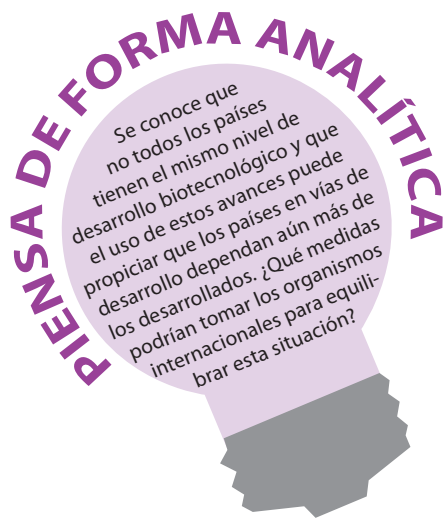
# Una herencia muy antigua: la biotecnología

Es difícil que transcurra un día en la vida de una persona que no tenga contacto con productos como el pan, vino, queso, yogur o cerveza. Las tecnologías para elaborarlos han sido utilizadas por el hombre prácticamente desde los comienzos de su historia, aun sin sospechar que en las mismas intervenían microorganismos, como bacterias y levaduras, descubiertos solo muchos siglos después gracias al uso del microscopio y a los trabajos sobre fermentación realizados por Louis Pasteur (1822-1895). En la actualidad se sabe que a través de la fermentación, generada por bacterias y levaduras, productos naturales como leche o jugo de uvas se transforman en otros como el yogur o el vino, que resultan más apetecibles para muchas personas.

En años recientes ha surgido una nueva biotecnología que se basa en la utilización de la ingeniería genética y el cultivo de células y tejidos. Si queremos que la definición de biotecnología englobe la tradicional y la moderna, podemos decir que es un conjunto de innovaciones tecnológicas basadas en el uso de partes de un organismo vivo, procesos, células e incluso de un organismo vivo completo, para producir bienes y servicios que le sean útiles a la humanidad.





Louis Pasteur  
Fuente: wasteawarelovefood.wordpress.com




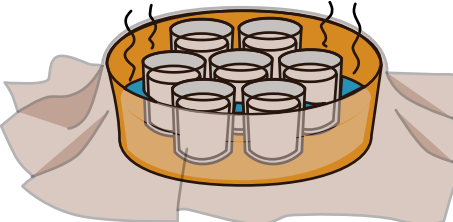
## Prepara yogur en tu casa

La leche es la materia prima para la obtención del yogur. La leche tiene azúcares que nos alimentan. Esos azúcares también sirven de alimento a muchas bacterias, de las cuales se utilizan para producir yogur: *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus termophilus*. Las bacterias se alimentan fermentando los azúcares de la leche y transformándolos en ácido láctico. Para hacer yogur en tu casa necesitas: un litro de leche completa, siete vasos de cristal, un yogur natural, una ponchera, una jarra de 1,5 litros, una cuchara de mango largo y un paño grueso.

- 

**1** En la jarra vierte el litro de leche que no esté fría y luego con una cuchara le echas con cuidado el yogur.
- 

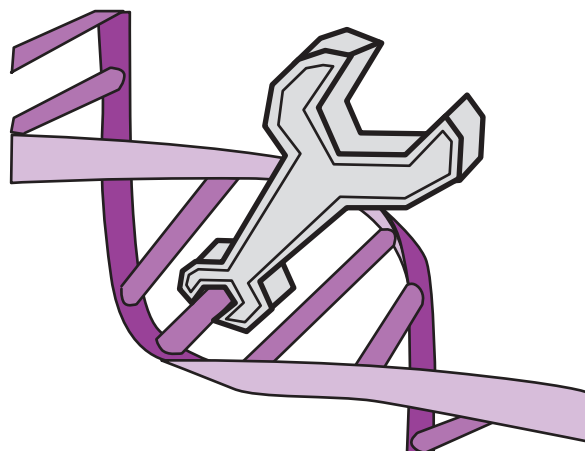
**2** Bate durante dos minutos la mezcla de la leche con el yogurt. Asegúrate de que todo el yogurt se haya mezclado bien con la leche.
- 

**3** Vierte el contenido de la jarra en los siete vasos.
- 

**4** Echa agua caliente hasta la mitad de la ponchera. Coloca los siete vasos dentro de ella y luego cúbrelo con el paño grueso. Al día siguiente tendrás siete vasos de rico yogur. Guárdalos en la nevera.

# La necesidad conlleva la innovación

**i** Sabías que desde hace aproximadamente unos cuarenta años ya se desarrollaban técnicas relacionadas con la ingeniería genética y clonación molecular? Esta tecnología surgió por la necesidad de obtener grandes cantidades de genes o genomas completos para analizar sus funciones y estudiar las mutaciones. El nombre de clonación molecular hace referencia justamente a la obtención de un gran número de copias del mismo gen en poblaciones de bacterias idénticas, es decir, clones. Esta tecnología resultó de una enorme aplicabilidad y rápidamente se diversificó y permitió el desarrollo de ámbitos como la biotecnología, la detección de alteraciones genéticas, la modificación genética de organismos, la terapia génica y la bioinformática.



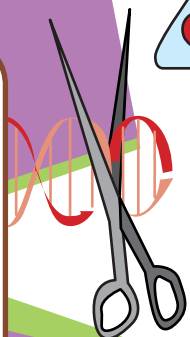
La ingeniería genética es la más conocida de las técnicas biotecnológicas, y persigue la modificación del material hereditario de un organismo, seleccionando en su patrimonio génico uno o varios genes para modificarlos e introducirlos en el mismo organismo o en otro, que puede ser de una especie distinta, para dotarlo de capacidades que antes no tenía, y de esta manera conseguir que produzca materiales o productos útiles para nosotros.

**Cultivos de células y tejidos** a partir de los cuales se pueden obtener fármacos y órganos para trasplantes.



**Marcadores moleculares** empleados en el diagnóstico de enfermedades genéticas y para establecer relaciones evolutivas o de parentesco entre organismos vivos.

**ADN recombinante:** No es otra cosa que cortar y pegar trozos de ADN provenientes de diferentes organismos (animales, plantas, genes artificiales), empleando «tijeras» moleculares, llamadas enzimas de restricción, con el fin de construir secuencias de particular interés, por ejemplo en la agricultura. Son muy empleadas en la elaboración de transgénicos.



INGENIERÍA DE LA VIDA

**Biorreactores** o recipientes en los que se llevan a cabo procesos para producir medicamentos, antibióticos y hormonas a gran escala, como si se tratara de una fábrica de fármacos. Para esto se emplean microorganismos, células de plantas o animales.



**Organismos transgénicos** o genéticamente modificados. Son aquellos que han sufrido modificaciones de su material hereditario (genoma) por manipulación genética con el fin de obtener por ejemplo, bacterias productoras de insulina, maíz resistente a plagas o salmones más grandes.



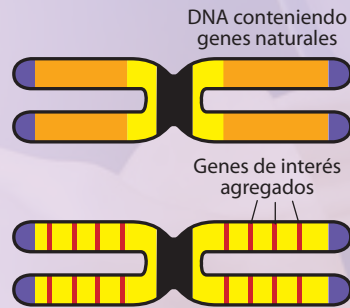
**Clonación:** Hace muchos años se clonó la primera oveja a la que llamaron Dolly. Actualmente es muy común la clonación de animales o plantas con características aprovechables por la humanidad. Mundialmente sigue estando prohibida la clonación de seres humanos.

## La medicina de un futuro cercano

La terapia génica es la administración de genes en un paciente con la intención de corregir un defecto genético específico. Por ejemplo, en las personas con hemofilia, la terapia génica permitiría la formación continua de proteínas normales (como los factores de coagulación sanguínea), necesaria para corregir la falta de coagulación de la sangre. En cierto sentido, la elaboración de la proteína resultante sería comparable a una «cura», como en el caso de algunos pacientes que han recibido trasplantes de hígado. Una diferencia con el trasplante de órganos es que en la terapia génica se emplean las propias células del paciente para insertar el gen funcional y se evita el sometimiento del paciente a tratamientos agresivos previos y posteriores a un trasplante, como la inmunosupresión que evita el rechazo del órgano trasplantado.

¿Sabías que los ingenieros de la vida han creado cromosomas artificiales que se pueden heredar? En investigaciones muy recientes, los científicos han elaborado cromosomas artificiales que introdujeron en ratas y éstas los pasaron a la siguiente generación. Se piensa que en el futuro, esto puede ayudar en la cura de enfermedades genéticas humanas. Los científicos crean un cromosoma artificial siguiendo el patrón de un cromosoma natural con todas sus partes para que funcione bien, pero introduciendo las secuencias de interés.

### CROMOSOMA NATURAL



### CROMOSOMA ARTIFICIAL



### No siempre da en el blanco

La principal falla de la terapia génica es que los vectores virales utilizados para integrar los genes normales en los pacientes tratados no siempre dan en el blanco, es decir, en muchas oportunidades pueden insertar la secuencia génica en lugares equivocados de ADN de las células que la recibe, lo que provoca fuertes reacciones inmunitarias en la persona tratada, incluso podría causar la muerte.

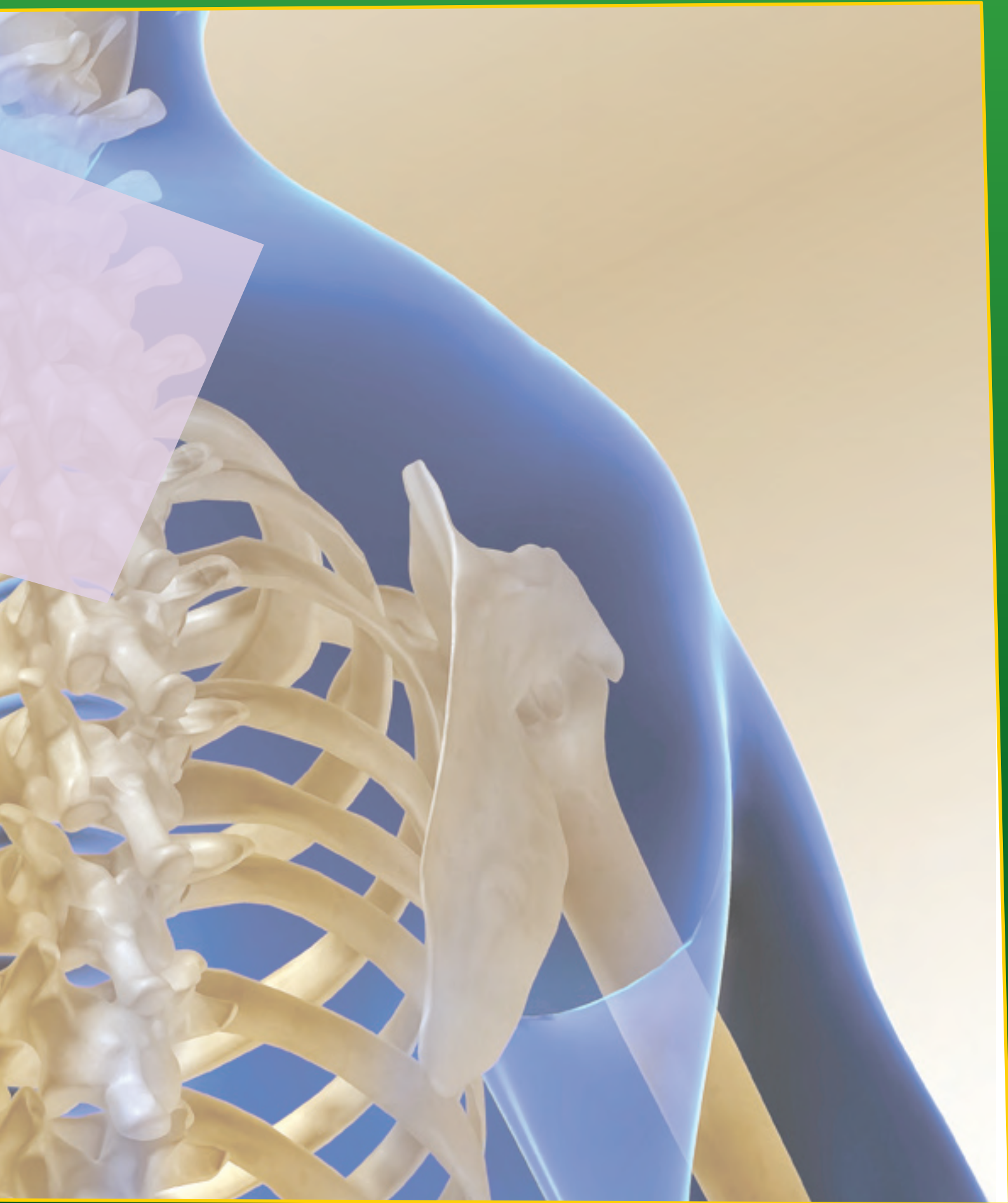


Ian Wilmut y la oveja Dolly.  
Fuente: [www.deadlinenews.co.uk/2009/06/30/7130-1320/](http://www.deadlinenews.co.uk/2009/06/30/7130-1320/)

## ¡Igualitas!

Cuando vemos que una persona se parece mucho a otra, es común decirle: «pareces el clon de fulano»; y hoy en día es frecuente escuchar: «me clonaron la tarjeta de débito». De hecho, la clonación se refiere al proceso de copiar con exactitud células y organismos originados asexualmente. Incluso en la modernidad se considera que una macromolécula como el ADN es clonada para que se produzca una copia exacta de ella. Un segmento de ADN se puede duplicar insertándolo en un cromosoma de una bacteria, la cual al dividirse copia también el segmento de ADN insertado. Desde hace más de 25 años se han venido clonando animales de la ganadería vacuna por el método de la escisión de embriones (división en dos partes iguales) con el cual se obtienen dos animales en lugar de uno, a partir de la separación de las células de un solo embrión. Esto es muy ventajoso desde el punto de vista de la producción comercial.

Recordando a la famosa oveja Dolly, ella provino de un procedimiento de clonación diferente, llamado transferencia nuclear, el cual consiste en extraer el núcleo del gameto femenino (óvulo) para insertarle el núcleo de una célula adulta procedente del tejido mamario de una oveja, obteniendo de esta manera un cigoto que luego es implantado en el vientre de una oveja adulta, para que se complete el desarrollo embrionario. Pero, ¿cuál es la ventaja de clonar de esta manera? Algunas cualidades como la elevada producción de leche en las vacas y la velocidad en los caballos de carrera solo se manifiestan cuando estos animales son adultos; por ello, la clonación a partir de núcleos de células adultas permite asegurar, en gran medida, animales que posean esas características.



# Instituto de Biología Experimental

La biología como ciencia que estudia la vida en todas sus manifestaciones, ha tenido un gran auge en Venezuela, particularmente desde la creación de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela en 1958, cuya dependencia es precisamente la Escuela de Biología. Ha sido tal el grado de desarrollo de las actividades de investigación en la referida escuela, que se crearon dos centros: el Centro de Biología Celular y el Centro de Botánica Tropical. Con los años la gama de actividades ha continuado creciendo y los aspectos académicos-administrativos fueron adquiriendo mayor complejidad. De forma que el 18 de julio de 1995 se procedió a instalar oficialmente el Instituto de Biología Experimental, agrupando tanto los centros antes mencionados (formados por unidades de investigación denominadas laboratorios) como los postgrados en Biología Celular y Botánica.

El IBE ha cumplido recientemente sus primeros 15 años y su aporte al desarrollo de las ciencias biológicas y a su en-



señanza es realmente invaluable. Desde sus diferentes laboratorios (cerca de 20 en el Centro de Biología Celular y 9 en Botánica Tropical) se han hecho significativas contribuciones al conocimiento científico universal, mediante la participación activa en la solución de problemas en el campo de la ciencia básica, pero dedicando también importantes esfuerzos a la biología aplicada a la satisfacción de necesidades de nuestra población y del ambiente en general.

Es importante resaltar que en el IBE se han adoptado la generalidad de los conocimientos y tecnologías derivadas de áreas como Bioquímica, Biología Molecular e Ingeniería Genética, lo cual, junto a científicos que trabajan en otras áreas del conocimiento, ha estimulado numerosas publicaciones en revistas de prestigio nacional e internacional. En este orden de ideas, vale la pena mencionar la importancia de la revista *Memorias* del Instituto de Biología Experimental, por cuanto ha permitido divulgar con mayor eficiencia los logros del personal científico de esa institución.

## Para saber más...

Biggs, A., Kapicka, C. y Lundgren, L. (2000). *Biología. La dinámica de la vida*. McGraw-Hill, México.

Klug, W., Cummings, M. y Spencer, Ch. (2006). *Conceptos de genética*. Pearson Prentice Hall, Madrid.

Oak Ridge National Laboratory. [http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human\\_Genome/home.shtml](http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/home.shtml).

Suzuki, D., Griffiths, A., Miller, J. y Lewontin, R. (1992). *Introducción al análisis genético*. McGraw-Hill Interamericana, Madrid.