

## GENLAB, LABORATORIO VIRTUAL DE GENÉTICA

FIDEL RAMÍREZ

Departamento de Biología, Facultad de Ciencias  
Universidad Nacional de Colombia.

SERGIO GARCÍA

Ingeniero de Sistemas, Universidad de los Andes.

### RESUMEN

GenLab es el nombre que tiene el *software* diseñado por nosotros, en el cual se modela el proceso meiótico y la fecundación en organismos diploides. El objetivo de esta aplicación es ilustrar el resultado de un cruce determinado, tratando de ser lo más ajustados a la realidad. La modelación de la reproducción sexual se realiza internamente y el GenLab se limita a presentar los resultados según el número de descendencia seleccionado para un cruce específico, esto significa que se puede escoger una gran cantidad de características para los parentales y se puede estudiar la frecuencia de estos en la descendencia. El modelo cuenta con base de datos donde están almacenados algunos de los locus de *Drosophila melanogaster* junto con su ubicación en centimorgans 1. El propósito de este modelo es servir como herramienta pedagógica y didáctica tanto en universidades como en colegios, facilitando el aprendizaje de algunos principios básicos de la genética, por lo cual puede ser usado si se cuenta con una conexión a Internet y un navegador visitando <http://biologia.unal.edu.co/fidel>.

**Palabras clave:** Genética, Laboratorio Virtual, simulación, *Drosophila melanogaster*, cruzamientos.

### INTRODUCCIÓN

Aún cuando cada día los modelos informáticos toman más auge entre las ciencias biológicas, su aplicación en el plano educativo ha sido descuidada. Esta fue parte de la motivación para el desarrollo del proyecto. Los productos similares al Laboratorio Virtual de Genética son muy pobres o responden a licencias costosas que no se compadecen de la realidad educativa de un país como el nuestro. El Laboratorio Virtual de Genética se basa en los principios descubiertos a lo largo del siglo pasado por la Biología relacionados con la reproducción sexual de los organismos diploides en especial. Nuestro trabajo consiste en estudiar esta información y aplicarla en el diseño de un algoritmo que simula la reproducción sexual partiendo de una codificación de la información genética conocida de algún organismo, en este caso la *Drosophila melanogaster*.

### INFORMACIÓN TÉCNICA

La intención del Laboratorio Virtual es ser asequible desde cualquier lugar y de manera gratuita. Ha sido elaborado en el lenguaje de programación Java, y liberado bajo la licencia libre Simón Bolívar License de los Jerarcas del Calabozo

(<http://www.calabozo.com/sbl>), y compilado de tal manera que pueda ser cargado desde una página en Internet y pueda ser visto con ayuda de un navegador gráfico, por ejemplo Netscape o Microsoft Internet Explorer. El código fuente del programa está disponible junto con el programa en las siguientes direcciones:

- <http://www.calabozo.com/GenLab/>
- <http://biologia.unal.edu.co/fidel/GenLab/>

Allí se puede encontrar además información adicional del Laboratorio Virtual.

## ALGORITMO

El algoritmo empleado en el GenLab es el siguiente:

1. Primero se lee la información a utilizar. Por ahora la única información disponible es la de *Drosophila melanogaster*. Esta información es un listado de diferentes loci, donde para cada locus se especifica: número del cromosoma donde se encuentra el locus, localización dentro de este cromosoma (en centimorgans), nombre del alelo (por ejemplo *white eyes*), si este es dominante (D) o es recesivo (r) y nombre abreviado que recibe este alelo. He aquí un ejemplo de la lista:

Cromosoma	Cromosoma	Localiz.	Nombre Locus	Dominancia	Abrev.
2	2	67	vestigial wings	r	vg
3	3	26	sepia eyes	r	c

La base de datos de *Drosophila* empleada consta de 56 loci diferentes, los cuales consideramos los más representativos, razón por la cual no se listan todos los loci existentes. Sin embargo, se puede construir una base de datos más completa, o incluso de otro organismo, siempre y cuando se elaboren las bases de datos con las mismas reglas.

2. Una vez leída la información es presentado un pequeño mapa donde se muestran los cromosomas con los respectivos loci de la base de datos empleada y aparecen 4 cuadros de selección múltiple, dos para el padre y dos para la madre que representan cada uno uno de los juegos de cromosomas de estos organismos diploides. En estos cuadros aparecen los nombres de todos los alelos posibles que se pueden seleccionar para formar el genotipo tanto del padre como de la madre. Cuando se selecciona un alelo, se supone que el progenitor va a poseer esta característica mutante, siendo todas sus demás características silvestres. Por ejemplo la siguiente selección:

Padre		Madre
Ebony body	Ebony body Lobe eyes	Ebony body Hairy body

Quiere decir, en otras palabras, que se quieren cruzar los parentales: Padre Ebony homocigoto y lobe eyes heterocigoto con Madre Ebony body y white eyes heterocigota.

3. Una vez determinado el genoma de los padres y decidido el número de descendientes que se desean de este cruce, empieza a ocurrir la simulación de la reproducción sexual.

El primer paso es determinar el gameto de cada uno de los padres. Estos dos gametos juntos son los que darán el genoma del hijo, que es el que nos interesa. Esto se logra realizando un proceso similar al que ocurre durante la meiosis en la células sexuales, con la siguiente codificación: La información recibida de los alelos mutantes que forman el genoma del padre y que fueron seleccionados por el usuario, es separada por cromosomas, haciendo un vector con cada uno de los alelos mutantes en éstos. Para el ejemplo anterior tenemos que Ebony body está en el cromosoma 3 y lobe eyes en el cromosoma 2, por lo tanto tenemos 2 vectores con un solo elemento. Estos cromosomas, o vectores, se duplican para obtener 4 cromosomas (dos parejas) y estos 4 cromosomas se someten a recombinación, la cual se realiza tomando una pareja de vectores y recorriendo uno de ellos de principio a fin. En cada elemento se calcula la posibilidad de que ocurra una recombinación, es decir de que exista un intercambio de brazos en los cromosomas o que se intercambie información en los arreglos que estamos mirando. La posibilidad de que exista recombinación en un punto dado es calculada usando la información de la localización del locus, que cuya medida, en centimorgans, representa la probabilidad de que recombine. El proceso de recombinación se repite varias veces, de tal manera que todas las parejas de cromosomas tengan la oportunidad de intercambiar información. Este proceso se repite para cada uno de los 4 pares de cromosomas de *Drosophila*, teniendo en cuenta que no existe recombinación en los machos de esta especie. Los gametos generados del padre y de la madre, son almacenados y tabulados, de tal manera que cuando todo este proceso se lleva a cabo tantas veces como descendencia fue seleccionada, se presentan los resultados en términos de frecuencias.

El objetivo de este algoritmo es reproducir lo más fielmente posible lo que ocurre en las células sexuales, en particular en las células de *Drosophila melanogaster*. Las leyes de la herencia que han sido postuladas a partir de este proceso pueden ser fácilmente comprobadas usando el GenLab. Podemos resumir que el GenLab se fundamenta en los principios biológicos del proceso de la meiosis intentando imitar el proceso, lo cual da como resultado datos muy similares a los que se pueden encontrar en la realidad. Es decir que el GenLab no usa las leyes de la herencia, éstas surgen como consecuencia de la imitación del proceso que yace detrás de ellas.

## CONCLUSIONES

GenLab está disponible para quien quiera usarlo. La presentación, poco amigable, de la aplicación requiere de más estudio para entenderla.

Con GenLab, actualmente la atención del mundo está volcada en dirección a 3 ramas del conocimiento: la biología, la informática y las telecomunicaciones. El mundo se preocupa por la salud del planeta, por conservar y administrar mejor los recursos naturales, por saber qué es el genoma. Muchas personas tienen un computador en sus casas u oficinas y cada día son más las tareas que son realizadas por estas máquinas y como fuente inagotable de información existe la Internet, que está desbancado rápidamente el papel del televisor, tanto que a través de teléfonos celulares se puede navegar por esta maraña de computadores.

Ante este panorama queda una cosa en cierto: hay que saber de todo o quedar relegado a que alguien más haga por nosotros lo que no sabemos hacer. GenLab representa este esfuerzo por mantenernos al día. Es la combinación de saberes para ofrecer respuestas a los nuevos interrogantes. Es querer subrayar la importancia de mirar más allá del quehacer como Biólogos.

GenLab fue concebido como una herramienta pedagógica. Como instrumento didáctico que estuviere esperamos haber recogido acertadamente los fundamentos que yacen detrás de la reproducción sexual y de las leyes de la herencia y pensamos que el ejercicio intelectual que produjo este trabajo debe estimularse para que exista una producción, no de conocimiento, sino de modelos que cumplen una doble función: afianzar los fundamentos de los procesos para poderlos cuestionar y entender aún mejor y estos modelos pueden a su vez servir como herramientas para facilitar el aprendizaje o para hacer al conocimiento más asequible.