

Una propuesta de práctica de genética mendeliana para bachillerato

1. Introducción

A. Hueto Pérez de Heredia
Ch. Fernández Manzanal

ALGUNAS casas comerciales dedicadas

a distribuir material de laboratorio están ingeniando sistemas para conservar organismos al modo en que la naturaleza ha conservado intactos insectos, semillas, etc. Nos referimos a las resinas que permiten observar invariables seres de otras épocas. Ahora se emplean resinas sintéticas para embeber a las estructuras que se intenta conservar. Su transparencia permite observar las características de los organismos que en ellas se incluyen, las moscas en este caso. Tal novedad (no tanta, como se sabe) puede facilitar enormemente algunas prácticas de genética que, ante la dificultad de mantener razas puras y cultivos en los laboratorios de los centros de secundaria, se han visto relegadas a la resolución de problemas de lápiz y papel.

Las prácticas de genética que vamos a comentar corresponden al estudio de «Genética Mendeliana» de 4º de Secundaria Obligatoria o primer curso de Bachillerato. Esta propuesta, en concreto, se plantea en una unidad de 1º de Bachillerato editada por el MEC (Hueto y Fernández Manzanal, 1996). En dicha unidad se presentan contenidos conceptuales característicos de la genética mendeliana en forma de programa de actividades, entre las que se incluyen

problemas de lápiz-papel y otros (los que aquí comentamos) que se resolverán mediante el empleo de poblaciones de

Drosophila derivadas de cruzamientos previamente seleccionados.

Queremos recordar que el más estricto significado del trabajo con problemas se refiere a la *presentación de situaciones que no tienen solución, delante de la cual se pueden seguir procedimientos intelectuales hipotético-deductivos, es decir, situaciones en las que los estudiantes pueden razonar, discutir, argumentar con los conceptos que ya conocen y trabajar en términos de hipótesis y análisis de factores que intervienen en una situación* (Caballer, 1993). No es éste el caso. Sin embargo, sí podremos reconocer en los problemas que se presentan algunas de las exigencias de *hacer ciencia* propias de la labor científica. En comentarios posteriores revisamos la viabilidad de este planteamiento.

2. Características de las muestras

Las muestras empleadas en esta experiencia proceden de Eurociencia. Esta casa distribuye conjuntos de moscas (resultantes de cruzamientos que se especifican convenientemente) incluidas en resina so-

bre soportes de plástico. Las resinas sintéticas permiten la identificación de los caracteres a la lupa binocular o, con más dificultad, a simple vista. El efectivo total de cada cruzamiento es de unos 300 individuos y las fluctuaciones estadísticas son de unos 20. En las placas (ver catálogo de Eurociencia Biología/Geología 1995/96) aparecen conjuntos de individuos repartidos al azar. Esta distribución aleatoria permite al profesor seleccionar el problema con el que desea que trabajen los alumnos. Por otro lado, las hembras y los machos de *Drosophila* son, como es sabido, fácilmente identificables: los machos en el final del abdomen presentan una pigmentación oscura de la que carecen las hembras.

La presentación de las moscas «al natural» tiene la ventaja, sobre los dibujos de los textos o sobre la descripción numérica de los resultados, de poder observar las características de los organismos que han sufrido una mutación, además de trabajar con una proporción alta de individuos derivados de cada cruzamiento. Permite, por tanto, diferenciar alelos y hacer recuentos.

Lógicamente, los estudiantes no pueden realizar en la práctica los cruzamientos, pero sí pueden decidir cuáles son los individuos que se cruzan para obtener los resultados de las proporciones fenotípicas del problema. Y al revés, se puede seleccionar una pareja de individuos para su cruzamiento y buscar después los resultados esperados en las placas.

3. Trabajos prácticos e investigaciones

Aunque los profesores de ciencias no precisamos argumentos para justificar los trabajos prácticos, al menos dos son los objetivos que suelen aparecer cuando se analiza la eficacia, o no, de los mis-

mos: son necesarios para facilitar la comprensión de conceptos y principios científicos y sirven para mejorar las destrezas o los procedimientos específicos de la investigación científica. El logro de cada uno de estos objetivos requiere, como es fácil de imaginar, la realización de trabajos prácticos de diversa índole.

La caracterización de los distintos tipos de trabajos prácticos (Rodríguez y Molledo, 1996) y su adecuación a los dos tipos de objetivos es un asunto fundamental, ya que de no llevarse a cabo se corre el riesgo de que las expectativas que normalmente ponemos en las prácticas no se vean satisfechas.

Woolnoug y Allsop (1985) han clasificado este tipo de actividades en experiencias, experimentos, ejercicios prácticos e investigaciones, según las propiedades siguientes.

Experiencias. Actividades prácticas destinadas a obtener una familiarización perceptiva con los fenómenos. Por ejemplo, observar organismos.

Experimentos. Un experimento es una actividad más compleja y menos directa que una experiencia, sirve para contrastar hipótesis y requiere, frecuentemente, el control de variables y la realización de medidas. Desde el punto de vista escolar, los experimentos son:

— Experiencias de carácter ilustrativo.

— Ejercicios prácticos encaminados a adquirir competencias en el diseño y en la realización de experimentos.

— Experiencias con un carácter de contrastación de hipótesis.

— Una de las etapas de las investigaciones encaminadas a la resolución de problemas.

Ejercicios prácticos. Son actividades diseñadas para desarrollar habilidades prácticas (de medida, manipulación de instrumentos, tratamiento de datos

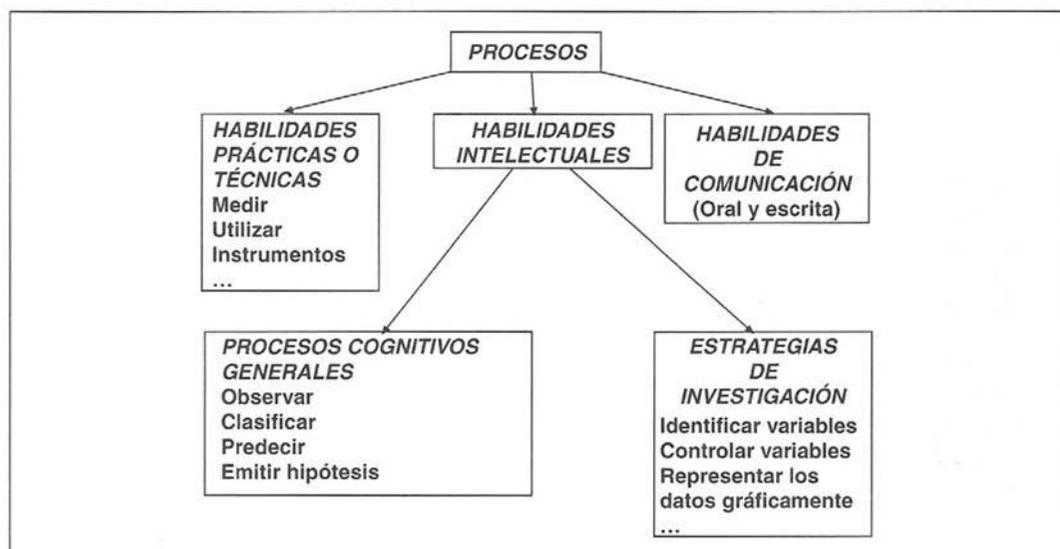


Figura 1

HABILIDADES IMPLICADAS EN UNA INVESTIGACIÓN (ADAPTADO DE MILLAR, 1991)

y técnicas diversas) o habilidades intelectuales (observación, clasificación, emisión de hipótesis, diseño de experimentos, control de variables y habilidades de comunicación (oral y escrita). Por ejemplo: manejar el microscopio o la lupa; observar, dibujar, clasificar, explicar las observaciones; planificar una investigación; redactar un informe de los resultados de un experimento, etc.

Investigaciones. Actividades diseñadas para dar a los estudiantes la oportunidad de trabajar en la resolución de problemas teóricos o prácticos. Por ejemplo: ¿cómo podríamos determinar que un carácter está ligado al sexo?

Al diseñar actividades tipo investigación deberemos considerar que la percepción del problema y su investigación dependerá tanto del tipo de problema como de los conocimientos y habilidades de los alumnos, por lo que será necesario ajustar la naturaleza y la estructura de las investigaciones que se propongan al nivel de los conocimientos, habilida-

des y capacidades de investigación de los estudiantes.

Para Millar (1991), el desarrollo de una indagación de carácter científico supone la puesta en acción de toda una serie de habilidades intelectuales y prácticas como las anteriormente comentadas y como se recoge en la Figura 1.

Otros autores han analizado las actividades prácticas según el control ejercido por el profesor (o por los alumnos) sobre cada uno de los elementos involucrados en las mismas. Tamir (1989) propone, en función de dicha clasificación, los niveles que se reflejan en la Tabla 1.

Las investigaciones cerradas, de los niveles 0-1, en las que tanto el problema como los métodos y técnicas que se deben emplear para resolverlos son definidos por el profesor o por el libro de texto pueden convertirse en más abiertas, de modo que los estudiantes sean quienes decidan el método experimental e, incluso, definan el problema que se

Tabla 1
 MARCO DE ANÁLISIS PARA DETERMINAR EL NIVEL DE INVESTIGACIÓN DE UN
 TRABAJO EXPERIMENTAL (TAMIR, 1989)

Nivel de investigación	Problema	¿Quién proporciona el método experimental?	Respuesta
0	Profesor Libro de texto	Profesor Libro de texto	Profesor Libro de texto
1	Profesor Libro de texto	Profesor Libro de texto	Alumno
2	Profesor Libro de texto	Alumno	Alumno
3	Alumno	Alumno	Alumno

desea investigar. Pautas para convertir en más abierta una investigación se pueden encontrar en Albaladejo y Caamaño (1992) o Albaladejo y otros (1993).

A continuación, exponemos los problemas planteados a los estudiantes y comentamos el desarrollo de los mismos.

4. Trabajos prácticos con *Drosophila*

Problema 1

Antes de abordar este problema se deben haber analizado los conceptos siguientes: diferenciar genotipo y fenotipo; gametos y gametogénesis; retrocruzamiento; características genéticas de los híbridos.

En la *Drosophila melanogaster* las alas pueden ser de tamaño normal o reducido (llamadas alas vestigiales).

En el laboratorio dispongo de una población de moscas de la fruta con dos tipos de alas: de tamaño *normal*, hasta el final del abdomen; y cortas o *vestigiales*, que sólo alcanzan un tercio del abdomen. Toda la población son descendientes de un mismo cruce. ¿Cómo podríamos identificar el genotipo y el fenotipo de las moscas que dieron origen a esta población?

En la placas se presentan los resultados del cruce.

Las habilidades aquí implicadas son:

Utilización de la lupa binocular

Observación de caracteres en *Drosophila*

Recuento de individuos

Previsión del tipo de cruzamiento

Planteamiento teórico del cruzamiento propuesto y comparación de los resultados esperados con los resultados de las placas

Observación del cruzamiento que ha dado origen a las muestras analizadas

Comunicación de los resultados.

El nivel de investigación de este trabajo práctico nos sitúa en la posición 1-2 de la Tabla 1 dependiendo de la ayuda que el profesor proporcione para definir la secuencia de los datos que se deben recabar para determinar el genotipo y el fenotipo de los progenitores.

Problema 2

Contenido conceptual que deberá ser abordado antes de enfrentarse al problema: significado de ligamiento; recombinación intercromosómica operada por meiosis y fecundación; independencia en la disposición de los dos pares de alelos que se recombinan aleatoriamente; comportamiento de dos pares de alelos, uno con respecto a otro.

En *Drosophila melanogaster* las alas pueden ser de tamaño normal o reducido, como se ha comentado anteriormente. A su vez, el color del cuerpo puede ser normal u oscuro (ébony).

Una hipótesis, formulada por otros compañeros pero que no ha sido contrastada, es que ambos caracteres se heredan siempre juntos. **Presentar una investigación que permita contrastar dicha hipótesis.**

Las habilidades implicadas en este trabajo práctico son:

Definición del problema

Observación de los dos pares de caracteres de los individuos de las muestras

Recuento de individuos

Planteamiento teórico del cruzamiento.

El nivel de investigación de este trabajo nos situaría, al igual que el anterior, en la posición 1-2 de la Tabla 1.

Problema 3

Contenido conceptual: cromosomas sexuales; herencia del sexo; transmisión de un gen cuyo locus está situado en el cromosoma sexual X.

En *Drosophila melanogaster*, el color blanco de los ojos esta determinado por un gen recesivo, el color rojo (normal) es dominante.

En una investigación se realizó el cruzamiento de hembras de ojos rojos (normales) con machos de ojos blancos. En la F₁ todos los descendientes, hembras y machos, tenían los ojos normales (estos resultados pueden observarse en la placa nº 1). En una segunda investigación, se cruzaron hembras de ojos blancos con machos de ojos rojos. Los descendientes de este cruzamiento se pueden observar en las placas nº 2 (50% de los individuos tienen ojos rojos; 50% de los individuos tienen los ojos blancos).

- a) Emitir hipótesis que expliquen los resultados obtenidos en estas investigaciones.
- b) Explicar los resultados obtenidos y el mecanismo hereditario en que se fundamentan.
- c) ¿Qué resultados se obtendrían en la F_2 en cada una de las dos investigaciones?

Suelen surgir dos hipótesis que pueden explicar los fenotipos de las moscas de las placas.

H1: Que son unos resultados ajustados a la dominancia del color rojo de los ojos; no se tiene en cuenta el carácter sexual asociado.

H2: Que el color de los ojos y el carácter de diferenciación sexual se transmiten juntos.

Dadas las circunstancias que se acaban de señalar y las características de las poblaciones resultan-

tes, este problema favorece la discusión ya que sólo puede empezar a rechazarse la H1 cuando se relacione el sexo de los individuos con el color de los ojos en la F_1 de la segunda investigación y se analice, igualmente, la F_2 de la primera investigación.

Las habilidades implicadas en el tercer problema incluyen, además de las ya señaladas en los anteriores, las siguientes:

Planteamiento de hipótesis

Contraste de las mismas

Planteamiento de nuevos problemas.

Respecto al planteamiento de nuevos problemas, se puede entrever que a partir de los comentarios derivados de todo este desarrollo se abre el camino a preguntas más abiertas del tipo ¿Estará ligado al sexo tal o cual carácter? En cuyo caso estaríamos en el nivel 3 de la tabla comentada.

BIBLIOGRAFÍA

ALBALADEJO, C. y CAAMAÑO, A. (1992). Los trabajos prácticos. *Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza. Curso de Actualización Científica y Didáctica*. Madrid: MEC.

ALBALADEJO, C.; GRAU, R.; GUASCH, E.; DE MANUEL, J. (1993). *La ciència a l'aula. Activitats d'aprenentatge en ciències naturals*. Barcelona: Barcanova.

CABALLER, M^a J. (1993). Planteamiento de problemas como estrategia de aprendizaje en la enseñanza de la Geología. En: *Aspectos didácticos de Ciencias Naturales. Geología. 5*. ICE: Universidad de Zaragoza.

HUETO, M.A., y FERNÁNDEZ MANZANAL, R. (1996). *Materiales didácticos de bachillerato. Biología y Geología*. MEC: Madrid.

MILLAR, R. (1991). A means to an end: the role of processes in science education. En Woolnough, B., *Practical Science*. Open University Press.

RODRÍGUEZ BARREIRO, L.M^a y MOLLEDO, J., (1996). *Los trabajos prácticos en la clase de Ciencias. Análisis del estado de la cuestión*. Ponencia en el Curso: El laboratorio en la clase de Ciencias II: Física-Química. CEP nº 1. Zaragoza.

TAMIR, P. (1989). Training teachers to teach effectively in the laboratory. *Science Education*, nº 73, 59-69.

WOOLNOUGH, B. y ALLSOP, T. (1985). *Practical work in Science*. Cambridge Educational.

Resumen

En este estudio se ha hecho una adaptación de las habilidades implicadas en una investigación aplicando dichas habilidades a un trabajo práctico con poblaciones de la mosca del vinagre incluidas en resinas sintéticas. A la vez que se analizan las habilidades prácticas se proponen problemas que según su enunciado, y el apoyo proporcionado por el profesor, facilitan el salto de unos niveles de investigación inferiores a otros superiores.

Palabras clave: Experiencias, experimentos, ejercicios prácticos, investigaciones, niveles de investigación.

Abstract

In this paper we have studied how to adapt investigation skills. These skills are directed towards practical work with numbers of the vinegar fly found in synthetic resins. Along with the analysis of these skills, questions are made in order to ease the move into higher levels of research. This will be achieved through the wording of the questions and the help of the teacher.

Key words: Experiments, exercises, investigations, levels of research.

Arántzazu Hueto Pérez de Heredia

I.E.S. «Avempace». C/ Salvador Allende s/n

50015 Zaragoza

Charo Fernández Manzanal

Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales

Escuela Universitaria de Huesca

C/ Valentín Carderera, 4

22003 - Huesca