

## Gusanos de seda: Aprendo mientras investigo

Fernando Báez Vega, profesor de secundaria de Biología y Geología

Gregorio González Artiles, profesor de secundaria de Física y Química

### Resumen

*Este proyecto está encaminado a recorrer los pasos del **método científico** a través de una pequeña investigación. Se trata de plantear una actividad interdisciplinar entre varios departamentos didácticos con la que se trabajarán varios criterios de evaluación y con ello, contribuir significativamente al desarrollo de varias competencias básicas.*

*Se pretende que el alumnado de 4º ESO de Biología y Geología y de Física y Química aplique los diferentes pasos del método científico en una situación real. De esta manera, el alumnado irá pasando por las diferentes etapas del método: partirán de un pequeño taller inicial de observación y cuidado de los gusanos, buscarán información previa de los mismos, se plantearán pequeñas preguntas a lo largo de su ciclo de vida, planteando y diseñando experiencias para responder dichos interrogantes y mostrando los resultados finales obtenidos.*

*Hemos elegido los gusanos de seda por tratarse de un tipo de oruga muy fácil de criar, y porque las polillas que producen no vuelan y, por lo tanto, facilita la manipulación en la etapa reproductiva. Para todo ello hay que plantear el proyecto entre enero y junio que es cuando se desarrolla el ciclo de vida de los gusanos de seda.*

### PREPARACIÓN DE LA TAREA:

“Gusano de seda: aprendo mientras investigo” es un proyecto que hemos planteado desde las materias de Física y Química y Biología y Geología a un grupo de 4º de ESO para aplicar el método científico en torno al ciclo de vida del gusano de seda. Trabajar con seres vivos en el aula y en casa no ha sido una tarea fácil, ya que hay que tener presente las necesidades de alimentación, de higiene y cuidar que las condiciones ambientales sean las adecuadas para la supervivencia de este peculiar insecto.

El gusano de seda (*Bombyx mori* L.) reúne una serie de características que lo hacen muy interesante para trabajar proyectos didácticos. De hecho, en muchos centros públicos de primaria y secundaria tanto de España como de otros países se trabaja con gusanos de seda: son fáciles de cuidar y de limpiar, ocupan poco espacio, su alimentación es a base de hojas de moral (*Morus nigra* L.) o de morera (*Morus alba* L.) y se pueden tener en el aula o bien en la habitación de casa. Además de estos aspectos prácticos, hay otros aspectos muy interesantes que se producen en torno al gusano de seda como que sus hábitos de vida se pueden observar durante todo el día, se pueden coger y manipular fácilmente, se puede ver su ciclo de vida completo durante un trimestre, aunque no cualquier trimestre (de febrero a junio en Canarias), y que se genera un vínculo con el alumnado y en ocasiones hasta con las familias al involucrarse en el proceso.

### ➤ **Fundamentación curricular**

Partimos en la preparación de la tarea con el vínculo que presenta con los elementos curriculares. El currículo de la educación secundaria obligatoria de la Comunidad Canaria se rige por la LEY ORGÁNICA 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, y el DECRETO 127/2007, de 24 de mayo, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Canarias. Atendiendo a ellas, trataremos de trabajar con el alumnado los siguientes criterios de evaluación de dicho nivel académico, comunes en gran medida en ambas materias:

- **Criterio 1 de ByG y 2 de FyQ:** Trabajar con orden, limpieza, exactitud, precisión y seguridad, en las diferentes tareas propias del aprendizaje de las ciencias, entre otras, aquellas que se desarrollan en el laboratorio.
- **Criterio 2 de BYG Y 3 de FYQ:** Buscar, seleccionar e interpretar crítica y ordenadamente la información de tipo científico, usando las tecnologías de la información y comunicación y otras fuentes de información para manejarla adecuadamente en la realización de tareas propias del aprendizaje de la Biología y Geología.
- **Criterio 3 de BYG Y 1 de FYQ:** Determinar mediante el análisis de fenómenos científicos o tecnológicos algunas características esenciales del trabajo científico. Este criterio trata de comprobar si son capaces de superar la mera observación (recogida de datos) y alcanzar el nivel de búsqueda de regularidades, de identificación y formulación de problemas, de emisión de hipótesis, de realización de diseños para contrastarlas, de ejecución precisa y cuidadosa de experiencias y de análisis y comunicación de resultados.

- **Criterio 8 de BYG:** Resolver problemas sencillos de Genética utilizando las leyes de Mendel y aplicar los conocimientos adquiridos para investigar la transmisión de algunos caracteres hereditarios.

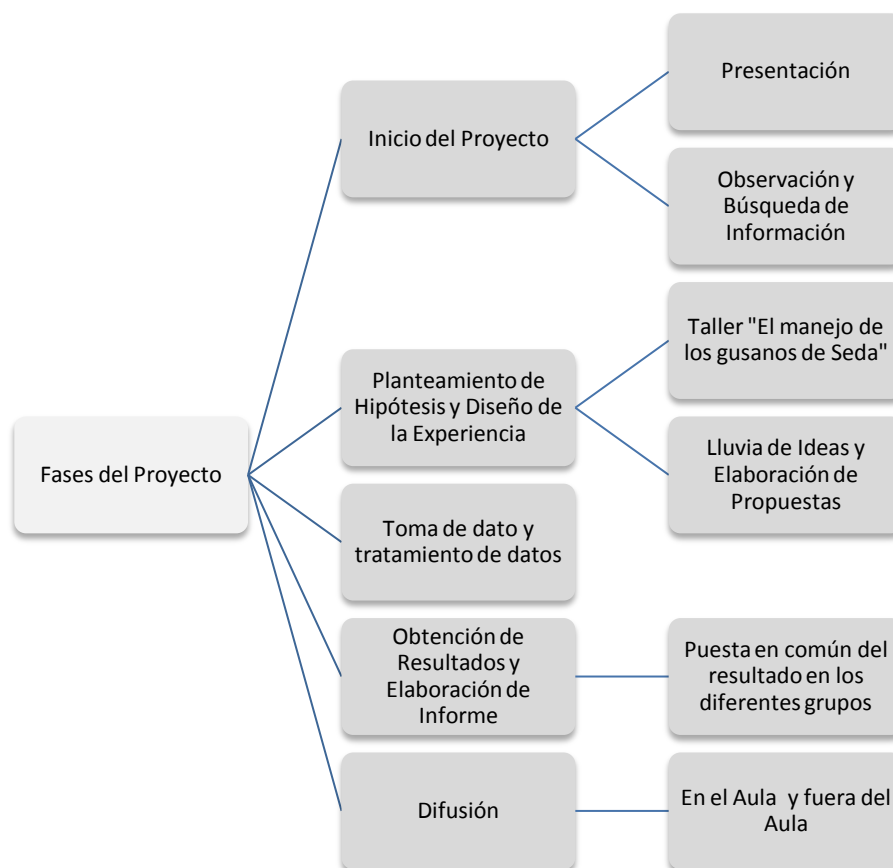
#### ➤ **Objetivos del proyecto:**

- Aplicar el método científico a través de la realización de una investigación en torno a algún aspecto del ciclo de vida de *Bombyx mori*.
- Caracterizar las etapas de crecimiento y la duración de dichas etapas en las condiciones ambientales y climáticas de Gran Canaria.
- Determinar si la ganancia de peso es mayor con una alimentación a base de morera o morera.
- Determinar si el crecimiento de *Bombyx mori* es mayor en presencia de luz o en ausencia de la misma.
- Identificar la raza o híbrido de *Bombyx mori* con la que hemos estado trabajando.
- Detectar y seleccionar diferentes caracteres cualitativos en las orugas y en los capullos, para plantear cruces entre las orugas de cara a la siguiente temporada.

➤ **Perfil de los Participantes:** Se plantea el proyecto para estudiantes de 4º ESO. Se trata de un grupo de 12 chicas y tres chicos de una zona agrícola de la zona oeste de la isla de Gran Canaria. Es una zona que, por su orografía, ha permanecido algo aislada geográficamente del resto de la isla. El alumnado ha demostrado a lo largo del curso escolar estar muy motivado en la realización de tareas del tipo aprendizaje basado en proyectos.

➤ **Fases de Desarrollo del Proyecto:** Las fases del proyecto están vinculadas a los pasos del método científico que el alumnado tendrá que realizar para desarrollar su pequeña investigación.

Por lo tanto tendremos las siguientes fases:



### ➤ Requisitos Materiales y Humanos del Proyecto:

Para la realización de la parte práctica del proyecto el centro ha aportado a los diferentes grupos los siguientes materiales:

- Balanza digital de la marca Nahita (mas. 500 g / d=0. 01 g)
- Calibradores con una precisión hasta 0.05 mm
- Una cámara de fotos Nikon D3100
- Cajas para realizar las pruebas con las orugas
- Gusanos de seda en sus diferentes edades
- Hojas de moral y morera

➤ **Interdisciplinariedad:** Como ya se ha dicho, esta experiencia didáctica ha sido llevada a la práctica gracias al trabajo conjunto de los departamentos de Física y Química y de Biología y Geología del IES La Aldea de San Nicolás.

El gusano de seda es una especie domesticada que ha aportado seda a la humanidad por más de 4500 años. La seda se obtiene a partir del gusano de seda. Es una materia prima de unas características únicas para la industria textil, que ha reportado a muchas regiones del mundo beneficios económicos. La relación entre la *Bombyx mori*, la seda y la humanidad es muy extensa y es por ello que este tipo de proyectos, además de las materias citadas, presenta contenidos para interactuar con otros departamentos como Ciencia Sociales, Matemáticas, Plástica, Tecnología y Lengua y Literatura.

➤ **Producto Final:** Una vez finalizado el proyecto se espera obtener varios productos:

1. Informe científico de cada grupo de trabajo que ha de contener:

- Introducción con antecedentes.
- Hipótesis de trabajo y objetivos perseguidos mediante la investigación.
- Metodología.
- Presentación de los datos y/o resultados.
- Discusión y valoración de los datos y/o resultados obtenidos.
- Conclusiones.
- Bibliografía.

2. Blog del Proyecto como cuaderno de bitácora donde se irán volcando recursos, comentarios, imágenes, eventos, noticias relacionadas con la experiencia.

3. Cosecha de huevos separados según los cruces planteados en la etapa de experimentación. Se pretende plantear cruces para determinar si algunos caracteres de la oruga y del capullo (forma y color) son dominantes o recesivos.

4. Otro posible producto pudiera ser la creación de una base de datos sobre el proyecto, que sería de muchísima utilidad si el proyecto se continuase en el tiempo.

### **PUESTA EN PRÁCTICA:**

Antes de describir la puesta en práctica del proyecto, consideramos necesario realizar una breve introducción donde trataremos la historia de la sericultura y algunas características del ciclo biológico de *Bombyx mori*.

**a. Introducción:**

La cría del gusano de seda está íntimamente ligada a la producción de seda con fines comerciales (sericultura) y se tienen noticias de esta actividad varios siglos antes de nuestra era. La seda es una materia prima milenaria para la industria textil, un patrimonio que los orientales mantuvieron monopolizado por un periodo de 2600 años aproximadamente. Era tal su importancia, que revelar el secreto de su elaboración estaba bajo pena de muerte. En el año 139 a.C. se abrió la mayor ruta mundial de comercio, que abarcaba desde el este de China hasta el mar Mediterráneo. Recibió el nombre de "Ruta de la Seda" debido a que era el artículo que más comercio generaba. La fabricación de seda llegó eventualmente a Europa y América. Durante los siglos XVIII y XIX los europeos produjeron diversos avances en la producción de seda (Cifuentes y Shon, 1998).

En España se cree que se introdujo por el sureste peninsular, pero no fue hasta la llegada de los árabes, en el siglo VIII, cuando se desarrolló su producción, quienes propagaron la técnica por todo su imperio, tomando gran arraigo en Andalucía y Valencia.

En las Islas Canarias tuvo sus inicios en los años inmediatos a la Conquista, aunque hoy en día esta actividad es testimonial, quedando algunos vestigios productivos sobre todo en la isla de La Palma, que cuenta con una valiosa tradición. En esta isla, la sericultura es uno de los oficios más antiguos, ya que participaban familias de toda la isla supervisando la cría de los gusanos para vender luego los capullos a los artesanos. La industria de la seda tuvo importancia en la economía de la isla a partir del siglo XVI cuando tras su incorporación a la corona de Castilla, se introdujeron las técnicas textiles de la época. El oficio era desempeñado sobre todo por hombres, aunque en la actualidad se halla exclusivamente en manos de mujeres. Hoy en día esta antigua artesanía palmera se mantiene gracias a las artesanas que exponen sus productos en mercados tradicionales o centros de exposición regional. El taller de las Hilanderas de El Paso municipio sedero, y supone un verdadero reducto en Europa en conservar el proceso totalmente manual. ([www.lashilanderaselpaso.com](http://www.lashilanderaselpaso.com)).

La Región de Murcia sigue siendo, junto con Canarias, la única comunidad de España en la que con fines artesanales o didácticos podemos todavía encontrar pequeños productores de la denominada 'seda natural'. La cría de gusanos de seda con fines didácticos está cobrando fuerza en distintos países de todo el mundo. Este trabajo es una muestra de ello.

El gusano de seda es una especie domesticada que ha aportado seda a la humanidad por más de 4500 años. Es un insecto de la familia *Bombycidae*, y todas las razas conocidas hoy en día provienen de una especie silvestre denominada *Bombyx mandarina*. El gusano de seda presenta una

metamorfosis completa, desde huevo hasta la etapa de adulto. Durante su ciclo de vida, que dura algo más de dos meses en nuestras latitudes, se presentan cuatro estados bien definidos: huevo, larva, pupa o crisálida (encerrada en un capullo) y polilla, que es la forma del adulto. Esta especie es de naturaleza monofaga, es decir, consume únicamente hojas de árboles del género *Morus* durante su etapa de larva (Cifuentes y Shon, 1998).

De manera general, existen diferentes razas en función del clima y de la región geográfica, debido al prolongado aislamiento geográfico al que fueron sometidos estos gusanos. Actualmente se clasifican las razas según su origen geográfico. Las mariposas con las que hemos trabajado pertenecen por sus características, al grupo de razas europea.

Los gusanos de seda pasan por diferentes etapas de vida, diferenciadas por las fases de mudas, donde desarrollan sus órganos y van aumentando su tamaño para, finalmente, realizar la metamorfosis y llegar a la edad adulta, con un único objetivo: la reproducción.

En total, *Bombyx mori* pasa por 5 etapas de vida (más la adulta), con 4 fases de muda. En esta fase siempre se repite el mismo proceso: cabezas levantadas, estado de sueño de 24 horas y muda de la piel. Aparte, tiene dos fases más en el interior de la crisálida.

La seda se obtiene a partir del gusano de seda, el cual se alimenta en la etapa larval únicamente de hojas de moral (*Morus nigra* L.) o de morera (*Morus alba* L.) El alimento y la calidad nutricional tienen gran influencia en el desempeño del gusano de seda, en la fase larvaria y en la fase de capullo (Takahashi, 2000). Sin embargo, las características físicas y nutricionales que presenta cada variedad de *Morus sp.* son diferentes e influyen sobre el consumo de las orugas (Roy et al, 2000).

Otro factor que hemos estudiado es la condición luz. Las razas europeas son univoltinas, es decir, los huevos de una temporada permanecen un periodo de latencia hasta la primavera siguiente (unos 10 meses). Se denomina diapausa al periodo de detención del desarrollo, que parece ser un mecanismo del insecto para sincronizar el ciclo biológico con fluctuaciones estacionales del clima. Según Cifuentes y Shon (1998), la luz es un factor importante, pues tiene influencia sobre la cantidad de alimento que ingiere las larvas y sobre el peso del capullo.

#### **b. Temporalización y desarrollo:**

Como ya apuntamos, la temporalización del proyecto está ligada necesariamente a la época de eclosión de los huevos de *Bombyx mori* y al periodo de brotación de la morera y del moral (principio

de febrero). El ciclo de vida completo de *Bombyx mori* es de dos meses y medio (entre febrero y abril).

Las diferentes etapas de desarrollo del proyecto han sido:

- Taller inicial de conocimiento básico de los gusanos de seda, alimentación, cuidados e higiene.
- Taller práctico en el laboratorio de manejo de los instrumentos de medida necesarios: balanza y calibrador (trabajando medidas, precisiones y cálculo de errores).
- Dos sesiones prácticas de herramientas TIC a utilizar a lo largo del proyecto: paquete educativo de google (gmail, drive, docs...), creación de un blog, entorno EVAGD.
- Las propias del método científico:
  - ✓ Búsqueda de Información: dos sesiones en el aula de Medusa (febrero).  
Además de las dos sesiones empleadas, el acudir a diferentes fuentes de información se realiza a lo largo de todo el proceso cada vez que surge alguna duda, llegando incluso a contactar con varios expertos para tomar información o pedir algún consejo.
  - ✓ Observación: a lo largo de todo el proceso (febrero a abril).  
Se les muestra la importancia de una observación sistemática, tomando notas de todo aquello que les resulte relevante.
  - ✓ Planteamiento de Hipótesis y Diseño Experimental (2 sesiones en febrero-abril).  
Se plantean varias líneas de trabajo (expuestas más adelante). Se forman los grupos y se reparte el trabajo de cada componente. Al estar en continuo contacto mediante diferentes medios, la información es actualizada y compartida por todos en todo momento.
  - ✓ Toma y tratamiento de datos: se realizará grupalmente fuera del horario lectivo (marzo-abril). Para ello se elaboran tablas de recogidas de datos para las diferentes líneas de investigación, siendo todos los datos compartidos y utilizados por los miembros de los demás grupos.
  - ✓ Obtención de resultados y redacción de informe (finales de abril).  
Se utilizan los paquetes tratamientos de datos básicos ya conocidos por el alumnado para redactar el informe, presentación de los datos, representación de gráficos, etc.
  - ✓ Difusión: en el aula, en otras aulas del centro y a través del blog y redes sociales.



El alumnado se muestra como tutores en esta parte, exponiendo el proyecto tanto a sus compañeros como al resto de la comunidad educativa.

### c. Metodología:

Para la realización de esta experiencia hemos planteado la metodología “aprendizaje basado en proyectos”. El aprendizaje basado en proyectos es un conjunto de tareas de aprendizaje basada en la resolución de preguntas y/o problemas, que implica al alumno en el diseño y planificación del aprendizaje, en la toma de decisiones y en procesos de investigación, dándoles la oportunidad para trabajar de manera relativamente autónoma durante la mayor parte del tiempo, que culmina en la realización de un producto final presentado ante los demás (Jones, Rasmussen, & Moffitt, 1997). La enseñanza por proyectos es una técnica que sostiene que el aprendizaje es más eficaz cuando se basa en experiencias, ya que de esta forma el estudiante es parte del proceso de planificación, producción y comprensión de las mismas. Dicha técnica se fundamenta en que cualquier trabajo de investigación debe estar basado en los intereses de los alumnos para ser efectivo, donde la función principal del docente es crear la situación de aprendizaje que permita el desarrollo del proyecto.

### d. Hipótesis de trabajo:

Los diferentes grupos de trabajo se plantearon diferentes preguntas respecto a algún aspecto que tuviera que ver con el ciclo de vida de la mariposa de seda. Los aspectos trabajados fueron los siguientes:

1. Duración de las diferentes etapas del ciclo de vida de *Bombyx mori*. Se pretende detectar si existen diferencias entre la duración de las etapas del ciclo de vida entre Canarias y otras regiones de España. Esta línea de trabajo plantea Canarias, zona de la que no disponemos datos bibliográficos, con el fin de establecer una comparativa con zonas menos cálidas, como la península Ibérica.
2. Alimentación moral-morera: La hipótesis propuesta por el grupo es que las orugas experimentarían mayor ganancia de peso alimentándose de morera que con una alimentación a base de moral, pues a simple vista apreciamos que las orugas comen más morera que moral.



3. Alimentación luz-oscuridad: La hipótesis que barajamos es que las orugas crecerán más alimentándose en presencia de luz, que alimentándose en condiciones de oscuridad, pues las hemos visto previamente más activas de día que de noche.



4. Observación de los caracteres (cualitativos y cuantitativos) de la oruga, del capullo y de la mariposa. El planteamiento es la realización de cruces entre mariposas provenientes de orugas con determinados caracteres cualitativos (genética mendeliana), y detectar el carácter dominante o recesivo de dicho alelo. Además se



pretende la obtención de mariposas homocigóticas para determinados caracteres para la próxima primavera, que continuaremos con el proyecto.

#### e. Evaluación:

La evaluación del proyecto debe abordarse en dos partes:

- Evaluación del alumnado. En la que atenderemos en qué medida han adquirido las capacidades descritas por los criterios de evaluación y las competencias básicas. Se evaluarán tanto el informe como el proceso.
- Evaluación del diseño y ejecución del proyecto. En la que trataremos de buscar posibles errores o dificultades cometidas y proponer mejoras en todo el proceso.

#### BIBLIOGRAFÍA:

- Cifuentes, C. y Kee Wook Sohn, (1998) *Manual técnico de sericultura*, Pereira Convenio CENA–CDTS
- Jones, N. F., Rasmussen, C. M. & Moffitt, M. C. (1997) *Real-life problem solving: A collaborative approach to interdisciplinary learning*. Washington: American Psychological Association.
- Roy, A. K.; Singh, M. K.; Singh, B. D.; Mishra, P. K.; Jayaswa, L. J. and Andrai, S. 2000: *Comparative*

*effect of mulberry varieties on rearing performance of silkworm, Bombyx mori L.* J.Advanced Zoology.

- Takahashi, R.; Kronka, S. N. a Hirose, T. 2000. *Desenvolvimento da glândula sericígena do bichoda-seda (Bombyx mori L.) sob a influencia de diferentes tipos de adubajao na amoreira.* Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa. 47(2):121-125.

- <http://www.boe.es/boe/dias/2006/05/04/pdfs/A17158-17207.pdf>

- <http://www.gobiernodecanarias.org/boc/2007/112/002.html>

- <http://historiadelapalma.blogspot.com.es/2008/10/esplendor-y-decadencia-de-la.html>

- <http://gusanosedas.blogspot.com.es/p/ciclo-biologico.html>

- [http://centrodeartigos.com/articulos-utiles/article\\_114879.html](http://centrodeartigos.com/articulos-utiles/article_114879.html)