

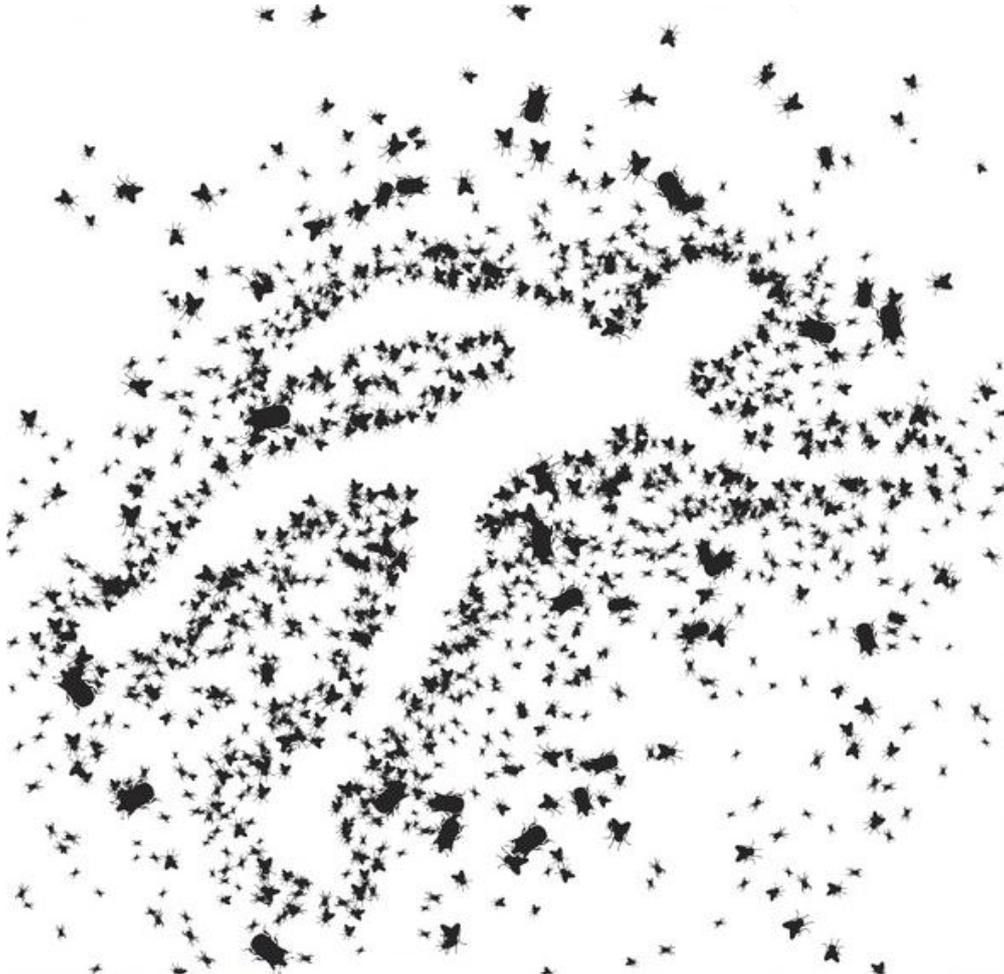


Trabajo Fin de Máster

UNIVERSIDAD DE
MURCIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN



**DISEÑO DE UNA ACTIVIDAD PRÁCTICA PARA ESTUDIANTES
DE 4º CURSO DE ESO BASADA EN LA ENTOMOLOGÍA
FORENSE. MEJORA DE LAS HABILIDADES DE ELABORACIÓN
E INTERPRETACIÓN DE GRÁFICAS**



Antonio Gázquez García

*****2246****

Tutoras: M^a Dolores García García y M^a Isabel Arnaldos Sanabria

Departamento de Zoología y Antropología Física

Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional, Enseñanzas de Idiomas y Enseñanzas artísticas

Julio 2014

Imagen de la portada modificada de <https://www.behance.net/gallery/226841/Forensic-Entomology-Conference>.

ÍNDICE

Resumen y palabras clave.....	3
Abstract and keywords	4
1. ORIGEN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	5
2. FUNDAMENTOS EN LOS QUE SE APOYA LA PROPUESTA INNOVADORA	6
2.1. Descripción del problema de aprendizaje e implicaciones educativas	6
2.2. Los trabajos prácticos y los contenidos procedimentales en Ciencias.....	9
2.3. Propuesta del currículo oficial para la práctica.....	11
2.3.1. Contenidos y nivel educativo	11
2.3.2. Objetivos	15
2.3.3. Competencias básicas	18
2.3.4. Criterios de evaluación.....	21
2.4. Características del alumnado	22
2.4.1. Psicológicas y sociales	22
2.4.2. Ideas previas.....	23
3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA INNOVADORA	24
3.1. Principios metodológicos.....	24
3.2. Agrupamientos y espacios	25
3.3. Objetivos didácticos.....	26
3.4. Descripción y desarrollo de la actividad práctica	27
3.4.1. Distribución del trabajo.....	27
3.4.2. Temporalización de las sesiones	29
3.5. Evaluación de los aprendizajes de los estudiantes.....	30
4. RECOMENDACIONES PARA SU PUESTA EN PRÁCTICA	32
5. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA INNOVADORA	37
6. COMENTARIOS FINALES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS.....	38
7. REFERENCIAS	41
8. ANEXOS	44
9. REFERENCIAS DE LOS ANEXOS	77

RESUMEN

Varios estudios han puesto de manifiesto las dificultades que tienen nuestros estudiantes de ESO a la hora de interpretar y, sobre todo, elaborar representaciones gráficas. Estas habilidades son procedimientos fundamentales para la ACyT de los jóvenes, ya que las gráficas están cada vez más presentes en la vida diaria de cualquier ciudadano del siglo XXI. En este trabajo presentamos una propuesta de innovación educativa para alumnos de cuarto curso de ESO con la finalidad de hacer frente a este problema de representación e interpretación de gráficas que tienen estos alumnos. El trabajo práctico que proponemos está contextualizado en la resolución de un caso del ámbito criminal en el que los alumnos tendrán que convertirse en investigadores para resolverlo. Tras una fase de recogida y análisis de muestras, los estudiantes elaborarán gráficas y tablas de cuyo análisis e interpretación obtendrán la información necesaria para descubrir cuál de los sospechosos es el culpable. A falta de la puesta en práctica y evaluación, consideramos que la propuesta presentada es un recurso muy útil para trabajar estas dificultades de los alumnos en un contexto motivador como es la entomología forense.

Palabras clave: representaciones gráficas, ESO, trabajos prácticos, entomología forense, innovación educativa.

ABSTRACT

Several studies have shown the difficulties of our secondary school students in comprehension and graphical representation. These skills are very important to adolescent science alphabetization and to prepare citizens for modern societies of the XXI century. Here we present an educational innovation proposal designed for 15-16 years old students in order to reduce their problems with graphic productions. We have designed a practical work in which students will have to become researchers to solve a murder. For that they will collect and analyze arthropod samples. With the data obtained they will create graphs and tables that must be interpreted to know who the killer is among the suspected people. In the absence of implementation and evaluation, we consider that this proposal is a very useful resource to fight against the mentioned difficulties in an attractive context such as forensic entomology.

Keywords: graphical representation, secondary school, practical works, forensic entomology, educational innovation.

1. ORIGEN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El presente trabajo fin de máster (TFM) es una propuesta de innovación educativa que pretende ayudar a solucionar las dificultades que tienen los estudiantes de educación secundaria obligatoria (ESO) en la elaboración e interpretación de representaciones gráficas.

Las reformas educativas de los últimos años orientan, cada vez más, la educación científica de los estudiantes hacia la denominada alfabetización científica y tecnológica (ACyT) (Furió, Vilches, Guisasola y Romo, 2001). Podríamos definir la ACyT, según el proyecto PISA (*Program for International Student Assessment*), como “*la capacidad de emplear el conocimiento científico para identificar cuestiones y obtener conclusiones a partir de pruebas, con el fin de comprender y ayudar a tomar decisiones acerca del mundo natural y de los cambios artificiales que la actividad humana produce en él*” (OCDE, 2000). Más concretamente, esta ACyT es necesaria para formar a los alumnos como ciudadanos y ciudadanas que posean los conocimientos y habilidades científico-tecnológicas necesarios para desenvolverse con soltura en su vida diaria. Resolver problemas básicos de salud y supervivencia, ser conscientes de los problemas derivados de un uso no planificado de la ciencia o reconocer y valorar críticamente las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad son algunas de las competencias que los alumnos deben adquirir para su ACyT (Furió et al., 2001).

Una de las destrezas importantes, no sólo para la ACyT de los estudiantes, sino también para la adquisición de competencias como la del conocimiento e interacción con el mundo físico, la matemática, el tratamiento de la información o la lingüística, es la elaboración e interpretación de gráficas, ya que son herramientas que hacen visibles fenómenos y relaciones conceptuales que no lo son (Kozma, 2003) y proporcionan una mejor comprensión de los datos que cuando están expresados en formato de texto (Postigo y Pozo, 2000).

Nuestros estudiantes de ESO tienen dificultades en la lectura, interpretación y representación de gráficas, así como en la conversión de la información de estas representaciones en formatos textuales para la elaboración de conclusiones a partir de ellas (Postigo y Pozo, 2000), aspectos todos ellos que, necesariamente, se deben fortalecer para conseguir la ACyT de los jóvenes.

Los profesores de Ciencias realizan en sus clases muy pocas actividades que ayuden a los alumnos a la adquisición y/o mejora de estas habilidades, por lo que es necesario aumentar el número y la diversidad de las mismas (García y Perales, 2007). La enseñanza en las aulas de este tipo de destrezas o habilidades debe estar enfocada desde una perspectiva transversal, estableciéndose un vínculo de trabajo entre las Ciencias y, especialmente, las Matemáticas, dado su carácter instrumental y funcional (Núñez, Banet y Cordon, 2009).

Ante esta situación de partida, en este TFM proponemos un trabajo práctico en el que los estudiantes pueden trabajar, de forma autónoma, el diseño, construcción e interpretación de tablas y representaciones gráficas con la gran motivación que supone, a estas edades, la resolución de un caso del ámbito criminal al más puro estilo de las series de televisión americanas y contextualizado en conocimientos científicos como la entomología forense y la sucesión ecológica.

A continuación, se presenta una descripción más detallada del problema de aprendizaje de los estudiantes así como el marco teórico en el cual se encuadra esta propuesta de innovación.

2. FUNDAMENTOS EN LOS QUE SE APOYA LA PROPUESTA INNOVADORA

2.1. Descripción del problema de aprendizaje e implicaciones educativas

Como hemos avanzado en el apartado anterior, los alumnos de la ESO presentan dificultades en la lectura, interpretación y elaboración de gráficas (Postigo y Pozo, 2000). Más concretamente, Núñez et al. (2009) llevaron a cabo una investigación en diferentes niveles de secundaria cuyos resultados fueron bastante preocupantes: al finalizar la ESO, más de la mitad de los alumnos estudiados no eran capaces de representar, de forma adecuada, una gráfica sencilla y más de un 70% una gráfica compleja. Concluyen que la enseñanza obligatoria no ha aprovechado la maduración cognitiva de los estudiantes durante esta etapa para la mejora en la comprensión y realización de gráficas. Es más, hay estudios que demuestran que, incluso, estudiantes universitarios no han desarrollado estas habilidades (Aguinaga, 2002).

Los errores más frecuentes que los alumnos cometen al realizar una representación gráfica son los siguientes: no incluyen título, no respetan la proporcionalidad entre los valores, no utilizan elementos gráficos como el color o el tamaño para transmitir información sobre las variables de estudio, utilizan un tipo de gráfico inadecuado a los datos y realizan gráficas incompletas en las que, en ocasiones, incluyen información adicional (descripciones y explicaciones) para intentar compensar la falta de autonomía de las mismas (Barquero, Schnotz y Reuter, 2000; Núñez et al., 2009).

En cuanto a la búsqueda de información e interpretación de gráficas, los alumnos resuelven con mayor acierto aquellas actividades que requieren la búsqueda de información local (localización de información específica o valores puntuales) mientras que tienen más dificultades a la hora de buscar información global (tendencias o visión en conjunto) (Núñez et al., 2009), lo cual parece lógico debido al mayor nivel de abstracción necesario para llevar a cabo esta última y el cual no todos los estudiantes consiguen (Postigo y Pozo, 2000). Sin embargo, paradójicamente, parece ser que los alumnos poseen más habilidades o, mejor dicho, menores dificultades, en la comprensión y extracción de información de las gráficas en comparación con la elaboración de las mismas (Barquero et al., 2000; Núñez et al., 2009).

Resulta preocupante que un procedimiento tan fundamental para representar información no esté consolidado en los niveles básicos de enseñanza. Al tratarse de habilidades que son de carácter transversal, la falta de dominio que muestran los alumnos puede dificultar la adquisición de algunos aspectos de competencias básicas como el tratamiento de la información, el conocimiento e interacción con el mundo físico, la competencia lingüística o la competencia matemática (Núñez et al., 2009), así como la ACyT de los estudiantes.

Las causas que han podido llevar a nuestros estudiantes a esta situación no están claras, pero se podrían resumir en tres. La primera de ellas es un déficit de conocimientos teóricos y habilidades matemáticas como el cálculo, la proporcionalidad o la representación gráfica que deberían haber adquirido en otras asignaturas. La segunda, una carencia de las capacidades lingüísticas necesarias para comprender los enunciados de las actividades o expresar la información que contiene una gráfica (Núñez et al., 2009). Y la tercera y más estudiada desde la investigación educativa, el uso y el tipo de representaciones gráficas presentes en los libros de texto.

Actualmente, los libros de texto son los materiales más utilizados por los profesores en las clases de secundaria, no hay más que ir a cualquier IES para comprobarlo. Por tanto, el enfoque didáctico y el tipo de actividades propuestas en estos libros van a ser de crucial importancia para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, ejerciendo gran influencia sobre los aprendizajes de los estudiantes.

En la enseñanza de las Ciencias, las representaciones gráficas pueden ser usadas para describir principios, explicar situaciones, predecir el comportamiento de los fenómenos, resolver problemas, etc. No obstante, la gran mayoría de las gráficas presentes en los libros de texto de Ciencias se limitan a completar la información textual y a la exposición de hechos, usándose en raras ocasiones para plantear problemas o como herramientas dentro de los procesos de experimentación (García, 2005). No hacen alusión al modo en que un científico hace uso de ellas (Islas y Guridi, 1999), presentan una débil conexión con el texto (Perales y Jiménez, 2002) y, en muchas ocasiones, poseen un bajo nivel de información ya que carecen de escalas, unidades, nombres de los ejes o un título adecuado (García, 2005).

Este uso de las gráficas que hacen los libros de texto ofrece al alumnado una visión deformada del papel de las gráficas en el contexto de la producción del conocimiento científico (García, 2005) y no facilita la adquisición de las habilidades necesarias para su dominio (Núñez et al., 2009).

Por último, el profesorado de secundaria realiza pocas actividades en sus clases que requieran la interpretación y elaboración de gráficas aunque, algunos de ellos, consideran que ésa es precisamente una de las razones por la que los estudiantes fallan en estos procedimientos (García y Perales, 2007).

En definitiva, es necesario aumentar el número y la diversidad de trabajos prácticos dirigidos al desarrollo en el alumno de la indagación, de los procedimientos asociados a la resolución de problemas, de pequeñas investigaciones,... (Martínez y García, 2003) que impliquen la elaboración de informes, la realización e interpretación de gráficas, el análisis de varias gráficas al mismo tiempo y que requieran la utilización de los distintos niveles de comprensión de la información contenida en las gráficas (explícito, implícito y conceptual) (García y Perales, 2007). Trabajos prácticos en los que los alumnos puedan aprender estos contenidos procedimentales tan importantes en Ciencias, siempre

subordinados por el profesorado a los conceptuales (Núñez et al., 2009), y que contribuyan a la adquisición de competencias y a la ACyT de los estudiantes.

Los resultados de las investigaciones educativas y las recomendaciones comentadas en este apartado se han tenido en cuenta para el diseño y elaboración de este trabajo práctico ambientado en la resolución de un caso del ámbito criminal en el que los alumnos tendrán que convertirse en entomólogos forenses por unos días para resolverlo. Para ello, llevarán a cabo una investigación en la que tendrán que colocar trampas con cebo (simularán cadáveres) para fauna sarcosaprófaga (asociada a cadáveres), hacer muestreos, analizar las muestras y datos obtenidos, redacción de conclusiones, etc. y, lo que es más importante y el objetivo principal de la práctica, necesitarán realizar e interpretar tablas y gráficas a partir de sus propios datos para resolver el crimen. Con el desarrollo de esta práctica estaremos contribuyendo al refuerzo de los conocimientos procedimentales relacionados con la metodología científica de los alumnos, especialmente de la elaboración e interpretación de gráficas y, por tanto, a su ACyT y al desarrollo de habilidades de investigación y competencias básicas.

A continuación, nos centramos en las características más destacables de los trabajos prácticos y sus contribuciones más importantes al desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje.

2.2. Los trabajos prácticos y los contenidos procedimentales en Ciencias

Los trabajos prácticos en el ámbito de las ciencias de la naturaleza son cualquier actividad que conlleve la manipulación de materiales, objetos u organismos (Sanmartí, 2002). Constituyen una de las actividades más importantes en la enseñanza de la Ciencias por permitir la consecución de un gran número de objetivos como la familiarización, observación e interpretación de los fenómenos de estudio, ayudan a la comprensión de conceptos, al contraste de hipótesis, al aprendizaje del manejo de instrumentos y técnicas de laboratorio y de campo, a la aplicación de estrategias de investigación para la resolución de problemas teóricos y prácticos y, en definitiva, a la comprensión procedimental de la ciencia (Caamaño, 2003).

Con su desarrollo, se consigue una gran motivación del alumnado y constituyen una oportunidad para el trabajo en grupo (Caamaño, 2003). También son interesantes porque son una fuente de conflictos cognitivos para los alumnos, pero hay que tener en

cuenta que, muchas veces, no es el trabajo práctico el que origina el conflicto de forma directa sino la discusión que tiene lugar al analizar lo observado y contrastar las distintas percepciones (Sanmartí, 2002).

No obstante, a pesar de su gran importancia, en España sólo un tercio de los profesores de secundaria planifica la realización de algún trabajo práctico y, en la mayoría de los casos, es para la comprobación de alguna información teórica introducida a través de clases magistrales (Sanmartí, 2002), lo cual no tiene mucho sentido y es un desaprovechamiento de las oportunidades que ofrecen este tipo de actividades. Entre las causas de la escasa utilización de los trabajos prácticos por el profesorado podemos destacar que son costosos, requieren cierto conocimiento y experiencia y exigen un esfuerzo extra de preparación y dedicación (Caamaño, 2003; Sanmartí, 2002) que, muchos profesores, no están dispuestos a hacer por la falta de incentivos y otros problemas.

Hay diferentes tipos de trabajos prácticos en función de la finalidad que persigan: **experiencias**, destinadas a una familiarización perceptiva con los fenómenos; **experimentos ilustrativos**, para demostrar un principio o una relación entre variables; **ejercicios prácticos**, destinados al aprendizaje de determinados contenidos procedimentales (prácticos, intelectuales o de comunicación) o para ilustrar la teoría e **investigaciones**, donde se da a los estudiantes la oportunidad de trabajar como lo hacen los científicos para resolver problemas teóricos o prácticos (Caamaño, 2003). En función del papel del profesor y del alumno y de la autonomía del estudiante durante su desarrollo, los trabajos prácticos tienen un mayor o menor grado de apertura.

Las carencias de nuestros estudiantes de ESO en conocimientos conceptuales y procedimentales en Ciencias así como en habilidades científicas se han puesto de manifiesto en estudios de gran relevancia (OCDE, 2012), lo que nos hace plantearnos que un cambio de metodología es muy necesaria en nuestra enseñanza. Quizás, uno de esos cambios necesarios sea el mayor empleo de trabajos prácticos en las clases de ciencias y el fomento de destrezas y habilidades de investigación en los alumnos, ambos objetivos de la propuesta de innovación presentada en este trabajo.

Nuestra actividad práctica estaría a caballo entre ser un trabajo práctico destinado al aprendizaje de procedimientos o destrezas y una investigación para resolver un problema práctico. El nivel de apertura o indagación de la misma sería medio.

Con el desarrollo de esta práctica, estaremos fomentando la adquisición o fortalecimiento en el alumnado de habilidades de investigación o procedimientos científicos de diverso tipo: **prácticos**, como la clasificación de objetos, el uso de claves dicotómicas, la realización de medidas y toma de muestras, el tratamiento y representación de datos o el uso de material de laboratorio; **intelectuales**, como el reconocimiento y planteamiento de problemas, la formulación de hipótesis, análisis e interpretación de resultados o el establecimiento de conclusiones; y **de comunicación** mediante la elaboración de materiales escritos (informes) descriptivos sobre el trabajo desarrollado.

Pero esta actividad no sólo contribuirá a mejorar los conocimientos procedimentales de los alumnos arriba mencionados sino que, además, promoverá **hábitos de trabajo** como el interés por conocer y obtener información y el rigor y precisión necesarios en el análisis de la información y los resultados, **actitudes personales** como el cuidado y el respeto del medio natural y el reconocimiento de **valores** como los del trabajo científico (objetividad, honradez, etc.).

A continuación, analizamos el marco teórico de la actividad práctica propuesta y las características más relevantes del alumnado al que va dirigida.

2.3. Propuesta del currículo oficial para la práctica

A falta de la publicación de las enseñanzas mínimas para la ESO y del currículo oficial de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia basados en la nueva ley educativa (Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa, BOE 10 de diciembre de 2013), en este trabajo nos vamos a guiar por las enseñanzas mínimas y el currículo oficial de la antigua ley de educación (Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, BOE 4 de mayo de 2006).

2.3.1. Contenidos y nivel educativo

La actividad práctica “CSI. Murcia. Un cuerpo, tres sospechosos y un solo desenlace” ha sido planteada para ser desarrollada en la segunda etapa de la ESO, más concretamente en 4º curso.

Los contenidos del currículo que se relacionan con la práctica se localizan en el BLOQUE 1. La metodología científica y en el BLOQUE 4. La dinámica de los ecosistemas (CARM, 2007):

BLOQUE 1. La metodología científica

- **Actuación de acuerdo con el proceso de trabajo científico: planteamiento de problemas y discusión de su interés, formulación de hipótesis, estrategias y diseños experimentales, análisis e interpretación y comunicación de resultados.**
- Búsqueda y selección de información de carácter científico utilizando las tecnologías de la información y comunicación y otras fuentes.
- Interpretación de información de carácter científico y utilización de dicha información para formarse una opinión propia, expresarse con precisión y tomar decisiones sobre problemas relacionados con las ciencias de la naturaleza.
- Reconocimiento de las relaciones de la biología y la geología con la tecnología, la sociedad y el medio ambiente, considerando las posibles aplicaciones del estudio realizado y sus repercusiones.
- **Utilización correcta de los materiales e instrumentos básicos de un laboratorio y respeto por las normas de seguridad en el mismo.**

BLOQUE 4. La dinámica de los ecosistemas

- **Análisis de las interacciones existentes en el ecosistema: Las relaciones tróficas.** Ciclo de materia y flujo de energía. Identificación de cadenas y redes tróficas en ecosistemas terrestres y acuáticos. Ciclos biogeoquímicos.
- Autorregulación del ecosistema: las plagas y la lucha biológica.
- **Las sucesiones ecológicas.** La formación y la destrucción de suelos. Impacto de los incendios forestales e importancia de su prevención.
- **La modificación de ambientes por los seres vivos y las adaptaciones de los seres vivos al entorno.** Los cambios ambientales de la historia de la Tierra.
- **Cuidado y respeto por el mantenimiento del medio físico y de los seres vivos como parte esencial de la protección del medio natural.**

Creemos que el curso de la ESO más adecuado para realizar esta práctica es 4º debido a la madurez cognitiva de los alumnos, las posibilidades de contextualización que ofrece el currículum y a las destrezas matemáticas que poseen los alumnos de este nivel (construcción e interpretación de tablas y gráficas sencillas, estadística básica y uso de hojas de cálculo). No obstante, también se podría llevar a cabo, aunque con grandes simplificaciones metodológicas y conceptuales, en 1º de la ESO (CARM, 2007):

BLOQUE 1. Técnicas de trabajo

- Familiarización con las características básicas del trabajo científico, por medio de: planteamiento de problemas, discusión de su interés, formulación de conjeturas, experimentación, etc., para comprender mejor los fenómenos naturales y resolver los problemas que su estudio plantea.
- Utilización de los medios de comunicación y las tecnologías de la información para seleccionar información sobre el medio natural.
- Interpretación de datos e informaciones sobre la naturaleza y utilización de dicha información para conocerla.
- Reconocimiento del papel del conocimiento científico en el desarrollo tecnológico y en la vida de las personas.
- Utilización cuidadosa de los materiales e instrumentos básicos de un laboratorio y respeto por las normas de seguridad en el mismo.

BLOQUE 4. Los seres vivos y su diversidad

Los seres vivos

- Factores que hacen posible la vida en la Tierra.
- Los elementos bioquímicos.
- El carbono. Propiedades.
- Características y funciones comunes de los seres vivos.
- La diversidad de los seres vivos: ambientes, tamaños, formas y modos de alimentarse.
- La teoría celular.
- La diversidad como resultado del proceso evolutivo. Los fósiles y la historia de la vida.

Clasificación de los seres vivos

- Los cinco reinos.
- Introducción a la taxonomía.
- Utilización de claves sencillas de identificación de seres vivos.
- Virus, bacterias y organismos unicelulares eucarióticos.
- Hongos.
- El reino vegetal; principales fila.
- El reino animal; principales fila.
- La especie humana.
- Utilización de la lupa y el microscopio óptico para la observación y descripción de organismos unicelulares, plantas y animales.
- Valoración de la importancia de mantener la diversidad de los seres vivos. Análisis de los problemas asociados a su pérdida.
- La biodiversidad en la Región de Murcia y España.

De igual modo, esta práctica también se podría realizar a cabo en 1º de bachillerato, en la asignatura de Biología y Geología, pudiendo dar un paso más en la complejidad de la misma. No obstante, hemos considerado más interesante proponerla para 4º de la ESO ya que habrá alumnos que acaben su enseñanza secundaria en este curso. Si se llevara a cabo en bachillerato, no estaríamos contribuyendo al fomento de las destrezas implicadas en la práctica ni a la ACyT de esos alumnos. A continuación, presentamos aquellos contenidos del currículo de esta asignatura que se relacionan con la práctica (CARM, 2008):

BLOQUE 4. Unidad y diversidad de la vida

- La diversidad de los seres vivos y el problema de su clasificación. Criterios de clasificación.
- Niveles de organización de los seres vivos. Bioelementos. El agua y las sales minerales. Características generales de las biomoléculas y biocatalizadores.
- La célula como unidad de vida: organización celular
- Características fundamentales de los cinco reinos.
- Histología y organografía vegetal básica.
- Histología y organografía animal básica.

- Observaciones microscópicas de tejidos animales y vegetales y de organismos unicelulares.
- La Teoría de la Evolución como explicación a la diversidad de los seres vivos.

BLOQUE 6. La biología de los animales

- La diversidad en el reino animal: principales grupos. Manejo de tablas dicotómicas sencillas para la clasificar moluscos, artrópodos y vertebrados.
- El proceso de nutrición en los animales. Procesos y anatomía de los diferentes aparatos implicados en la función de nutrición. Estudio experimental sencillo de algún aspecto de la nutrición animal.
- Los sistemas de coordinación en el reino animal.
- La reproducción en los animales. Reproducción asexual y sexual. Ciclo biológico de los animales.
- Principales adaptaciones de los animales al medio. Algunas especies características de la Región de Murcia.
- Importancia de la diversidad animal. Animales en peligro de extinción. Acciones para la conservación de la diversidad.

2.3.2. Objetivos

La realización de esta práctica tendrá como finalidad el desarrollo de las siguientes capacidades relacionadas con la enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza (CARM, 2007):

1. Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, así como comunicar a otros argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia. Interpretar y construir, a partir de datos experimentales, mapas, diagramas, gráficas, tablas y otros modelos de representación, así como formular conclusiones.

Este objetivo lo que pretende es que los alumnos adquieran las habilidades necesarias para comprender, expresar y comunicar a los demás mensajes utilizando un lenguaje científico adecuado, ya sea oral o escrito. En esta práctica, se fomenta el trabajo en grupo por lo que los alumnos tendrán que comunicarse con sus compañeros, debatir e, incluso, discutir en alguna ocasión sobre el mejor modo de hacer algo, las conclusiones

a las que llegan y por qué, etc. De igual modo, también tendrán que expresar mensajes con contenido científico, tanto orales como escritos, a sus compañeros de clase, al profesor e, incluso, al resto de compañeros del instituto mediante la realización de unos pósters con la información más relevante de la investigación que han llevado a cabo, los resultados que han obtenido y las conclusiones a las que han llegado.

Por otro lado, este objetivo también persigue que los alumnos sean capaces de interpretar y elaborar diferentes representaciones como diagramas, mapas, tablas, gráficas, etc. a partir de datos experimentales. La interpretación y elaboración de tablas y gráficas a partir de datos experimentales, que los propios alumnos recogen, es el objetivo principal de este trabajo práctico en el que, además, a partir de esas tablas y representaciones, tendrán que razonar, argumentar, discutir, contrastar, etc. para llegar a una conclusión consensuada con sus compañeros.

3. Comprender y utilizar las estrategias y conceptos básicos de las ciencias de la naturaleza para interpretar los fenómenos naturales, así como para analizar y valorar las repercusiones de las aplicaciones y desarrollos tecnocientíficos.

Con este objetivo, se pretende que los alumnos sean capaces de interpretar fenómenos naturales con los conocimientos y conceptos básicos adquiridos en las clases de Ciencias. En nuestro caso, esto tendrá lugar cuando los alumnos, en base a la distribución de los órdenes/familias de artrópodos capturados en los diferentes días del muestreo, evidencien que lo que está ocurriendo es una sucesión ecológica, concepto que deberán haber aprendido en las sesiones teóricas previas a la realización de la práctica.

4. Aplicar, en la resolución de problemas, estrategias coherentes con los procedimientos de las ciencias, tales como la discusión del interés de los problemas planteados, la formulación de hipótesis, la elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales, el análisis de resultados, la consideración de aplicaciones y repercusiones del estudio realizado y la búsqueda de coherencia global.

Lo que se quiere conseguir es que el alumno sea capaz de aplicar el método científico (formulación de hipótesis, diseño de experimentos, análisis de resultados, etc.) para la resolución de problemas. La práctica que proponemos está precisamente en consonancia

con este objetivo, los alumnos van a llevar a cabo una investigación de entomología forense para resolver un caso del ámbito criminal (problema).

5. Descubrir, reforzar y profundizar en los contenidos teóricos, mediante la realización de actividades prácticas relacionadas con ellos.

Este objetivo pretende que las actividades prácticas sirvan para reforzar y profundizar en los contenidos teóricos estudiados. Con esta práctica, los estudiantes reforzarán, descubrirán y profundizarán en los contenidos aprendidos sobre la sucesión ecológica, las relaciones tróficas y la modificación de ambientes por la acción de los seres vivos. Los alumnos trabajarán estos conceptos de forma autónoma, lo cual favorecerá que los aprendan de forma significativa y constructiva.

9. Comprender la importancia de utilizar los conocimientos provenientes de las ciencias de la naturaleza para satisfacer las necesidades humanas y para participar en la necesaria toma de decisiones en torno a problemas locales y globales del siglo XXI.

Lo que se quiere conseguir con este objetivo es que los alumnos sean conscientes de la importancia que pueden llegar a tener los conocimientos provenientes de las ciencias de la naturaleza para satisfacer las necesidades humanas. En esta práctica se ejemplifica la importancia y utilidad de los conocimientos e investigaciones provenientes de un área de las ciencias de la naturaleza (entomología forense) para la resolución de un caso del ámbito criminal.

10. Conocer y valorar las interacciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad y el medio ambiente con atención particular a los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad, destacando la necesidad de búsqueda y aplicación de soluciones, sujetas al principio de precaución, que permitan avanzar hacia el logro de un futuro sostenible.

Lo que se pretende conseguir es que los alumnos sean conscientes de las relaciones que existen entre ciencia y tecnología, sociedad y medio ambiente para que sean capaces de valorar la influencia del ser humano sobre ellos, con el objetivo de promover una actitud positiva en la que se respete y conserve el medio natural. Con esta práctica los alumnos serán conscientes de una parte de la gran biodiversidad que existe en su entorno y la importancia de su conservación.

12. Describir las peculiaridades básicas del medio natural más próximo, en cuanto a sus aspectos geológicos, zoológicos y botánicos.

Con este objetivo se pretende que los alumnos se familiaricen y conozcan los aspectos geológicos, zoológicos y botánicos más importantes del entorno cercano. En este caso, esta práctica permite a los alumnos observar una parte importante de la diversidad zoológica (insectos y otros artrópodos principalmente) que existe en su entorno.

2.3.3. Competencias básicas

Se entiende por competencia la capacidad de poner en práctica, de forma integrada, en contextos y situaciones diferentes, los conocimientos, habilidades y actitudes adquiridos. En este sentido, las competencias básicas son el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que debe alcanzar el alumnado al finalizar la enseñanza básica para lograr su realización personal, el ejercicio de la ciudadanía activa, la incorporación a la vida adulta de manera satisfactoria y el desarrollo de un aprendizaje permanente a lo largo de la vida.

No existe una relación unívoca entre la enseñanza de una materia y el desarrollo de una competencia. Cada una de las materias debe contribuir al desarrollo de diferentes competencias y, a su vez, cada una de las competencias básicas se alcanzará como consecuencia del trabajo en varias materias (MEC, 2007).

En este trabajo práctico los alumnos van a trabajar las siguientes competencias básicas (MEC, 2007):

1. Competencia en comunicación lingüística

En los siguientes aspectos:

- Utilización del lenguaje como instrumento de comunicación oral y escrita de los conocimientos que se trabajan en la práctica (debate entre compañeros o entre alumnos-profesor, redacción del informe final de la práctica etc.).
- Uso como herramienta de representación y comprensión de la realidad así como para la resolución pacífica de conflictos.
- Adquisición de una terminología específica relacionada a los contenidos científicos de la práctica.

2. Competencia matemática

En los siguientes aspectos:

- Utilizar los números y sus formas de representación (gráficas y tablas en este caso) para producir e interpretar distintos tipos de información (diferentes órdenes/familias de artrópodos capturados por ejemplo).
- Análisis y manejo de las medidas obtenidas en la práctica para la obtención de conclusiones.
- Uso de operaciones estadísticas básicas para la representación de datos.
- Utilizar el lenguaje matemático para cuantificar fenómenos naturales como la cantidad de larvas de cada familia de moscas que hay en cada día del experimento.

3. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico

En los siguientes aspectos:

- Identificar preguntas o problemas y obtener conclusiones basadas en pruebas.
- Conocer la aplicación de algunas nociones y conceptos científicos aprendidos previamente (estudio de la sucesión ecológica o de las relaciones tróficas entre distintos organismos, importancia en entomología forense).
- Poner en práctica las fases, actitudes y principios del trabajo científico: planteamiento de problemas, establecimiento de hipótesis, diseño de experimentos, obtención de datos, análisis de resultados y elaboración de conclusiones.

4. Tratamiento de la información y competencia digital

En los siguientes aspectos:

- Utilización de las nuevas tecnologías para la elaboración de tablas, gráficas, pósters y un informe a partir de los datos obtenidos durante la práctica.
- Organización y procesamiento de la información obtenida.

5. Competencia social y ciudadana

En los siguientes aspectos:

- Fomento de las habilidades de expresión de las ideas propias así como respetar, escuchar y valorar las ajenas en el contexto del trabajo en grupo.
- Responsabilidad sobre las conclusiones y decisiones tomadas.
- Ser capaz de ponerse en el lugar del otro y comprender su punto de vista, aunque sea diferente del propio.
- Habilidades para la negociación así como para la resolución pacífica de conflictos que pudieran surgir en el desarrollo de la práctica.
- Comprensión y práctica de los valores de la sociedad democrática: libertad, igualdad, solidaridad, corresponsabilidad, participación y ciudadanía, al trabajar en grupo con los compañeros.

6. Competencia cultural y artística

En los siguientes aspectos:

- Conocer, comprender y valorar la biodiversidad.
- Valorar la libertad de expresión, el derecho a la diversidad cultural y la creatividad para expresarse y trabajar en el desarrollo de esta práctica.

7. Competencia para aprender a aprender

En los siguientes aspectos:

- Valoración de la importancia de aprender a aprender por sí mismo, siendo capaz de utilizar todo tipo de recursos con el fin de alcanzar una formación permanente.
- Adquisición de conciencia de las propias capacidades (intelectuales, emocionales o físicas) así como lo que se puede hacer por uno mismo y lo que se puede, o se debe, hacer con ayuda de otras personas.
- Ser consciente de lo que se sabe y de lo que es necesario aprender así como las de las propias potencialidades y carencias.

- Curiosidad por plantearse preguntas, identificar y manejar la diversidad de respuestas posibles ante una misma situación o problema utilizando diversas estrategias o metodologías que permitan afrontar la toma de decisiones, racional y críticamente, con la información disponible.

- Habilidad para obtener información, solo o mediante la colaboración con otros, y transformarla en conocimiento propio, relacionando e integrando la nueva información con los conocimientos previos.

8. Autonomía e iniciativa personal

En los siguientes aspectos:

- Desarrollo de la capacidad para analizar situaciones valorando los factores que han incidido en ellos y las consecuencias que puedan tener.

- Formación de un espíritu crítico, capaz de cuestionar dogmas y desafiar prejuicios.

- Potenciar el espíritu crítico mediante la aventura que supone enfrentarse a problemas abiertos, participar en la construcción de soluciones y, en definitiva, hacer ciencia.

2.3.4. Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación fijados por la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (CARM, 2007) para la materia de Biología y Geología de 4º curso de ESO y que se relacionan con esta práctica son los siguientes:

15. Explicar cómo se produce la transferencia de materia y energía a lo largo de una cadena o red trófica e identificar, en un ecosistema, los factores desencadenantes de desequilibrios reconociendo las estrategias para restablecer el equilibrio del mismo.

En esta práctica se valorará la capacidad del alumno para identificar los artrópodos capturados e incluirlos en los niveles tróficos correspondientes. Los alumnos deberán también ser capaces de reconocer las relaciones tróficas existentes entre los diferentes grupos de animales así como evidenciar que lo que está ocurriendo en el cadáver simulado (cebo de las trampas) es una sucesión ecológica.

16. Analizar algunas actuaciones humanas sobre diferentes ecosistemas y exponer las actuaciones individuales, colectivas y administrativas para evitar el deterioro del medio ambiente.

Con la práctica se valorará la capacidad del alumnado de reconocer la gran diversidad de artrópodos existente en su entorno cercano así como la importancia de su conservación para mantener el equilibrio de los ecosistemas y evitar el deterioro del medio ambiente.

18. Realizar correctamente experiencias de laboratorio, respetando las normas de seguridad.

Durante el desarrollo de esta actividad práctica se valorará la correcta manipulación del material de laboratorio (lupas, pinzas, pinceles, etc.) respetando las normas de seguridad y la correcta manipulación de las trampas y animales capturados en ellas.

2.4. Características del alumnado

2.4.1. Psicológicas y sociales

Es importante conocer las características psicológicas del alumnado al que nos vamos a enfrentar para intentar sacar el máximo provecho y rendimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje que vamos a llevar a cabo.

Los alumnos a los que va dirigida esta práctica tienen 15-16 años y se caracterizan por estar en plena adolescencia, periodo de transición entre la niñez y la vida adulta. En esta etapa, los estudiantes no sólo experimentan cambios físicos sino, también, psicológicos, intelectuales y sociales, lo que hace posible que nos podamos encontrar con adolescentes físicamente maduros pero no psíquica ni socialmente.

Según la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget (Cano, 2007), es en la adolescencia cuando los jóvenes pasan de las operaciones concretas a las formales, es decir, consiguen la abstracción necesaria sobre conocimientos concretos observados que les permite emplear el razonamiento hipotético-deductivo. Este tipo de razonamiento es muy importante y necesario para la enseñanza y comprensión de algunos aspectos relacionados con materias como las Ciencias y las Matemáticas.

Todas estas características hacen de los adolescentes unos alumnos especiales, en continua búsqueda de su identidad personal, sensibles psicológicamente en algunos aspectos (afectividad, complejos, autoconcepto, etc.) y rebeldes en otros. Estas consideraciones se deben tener en cuenta a la hora de diseñar actividades de enseñanza dirigidas a este colectivo.

2.4.2. Ideas previas

No cabe duda de que, antes de comenzar cualquier tipo de enseñanza, es imprescindible conocer cuáles son las ideas previas o las dificultades que el alumnado presenta con respecto al tema que se va a tratar.

En nuestro caso, las dificultades que los alumnos presentan a la hora de interpretar y elaborar representaciones gráficas ya han sido ampliamente comentadas en apartados anteriores de esta memoria. No obstante, creemos que también es importante conocer cuáles son las ideas previas y dificultades de los alumnos en relación con los contenidos teóricos implicados en la actividad práctica, es decir, con la ecología, las cadenas tróficas, la sucesión ecológica y el proceso de descomposición, para poder así contribuir a que los alumnos cambien o aprendan el mayor número posible de ellas. Las más relevantes descritas en la bibliografía son las siguientes:

- Errores en la confección de cadenas tróficas (Gallegos, Jerezano y Flores, 1994).
- Los descomponedores son seres o sustancias tóxicas dañinas para el resto de la cadena trófica y el ecosistema (Fernández y Casal, 1995).
- Otorgan escasa importancia a los organismos descomponedores (Fernández y Casal, 1995).
- Escasa comprensión de los factores abióticos como luz, agua, etc. como limitantes en un ecosistema (Fernández y Casal, 1995; Gil y Martínez, 1992).
- Escasa interrelación entre factores bióticos y abióticos (Fernández y Casal, 1995; Sánchez y Pontes, 2010).
- Desconocimiento o errores en el concepto de nicho ecológico. Confusión de conceptos como hábitat y ecosistema (Sánchez y Pontes, 2010).

- Concepciones erróneas o muy limitadas sobre el proceso de descomposición de la materia viva y el papel de los seres vivos en él (Ibarra, Carrasquer y Gil, 2010).

- Los ecosistemas evolucionan hasta llegar al estado climácico o de equilibrio y, a partir de ahí, no hay cambios, se mantienen indefinidamente en el tiempo. No conciben a los ecosistemas como algo en constante cambio incluso en equilibrio (Ibarra y Gil, 2009).

Tras haber contextualizado la propuesta en el currículo oficial, comentado las dificultades de aprendizaje de los alumnos y sus ideas previas, pasamos a desarrollar diferentes aspectos de la propuesta en sí.

3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA INNOVADORA

3.1. Principios metodológicos

Es ampliamente conocido que la enseñanza tradicional, en la que el alumno es un mero receptor pasivo de información, una página en blanco, no consigue, en muchos casos, aprendizajes significativos en los estudiantes. En este modelo, los alumnos reciben la información del profesor, la memorizan y, muchos de ellos, son capaces de reproducirla de forma adecuada. No obstante, con la misma rapidez con la que la han memorizado, la olvidan, persistiendo en ellos los pensamientos e ideas presentes previamente, las cuales se han ido formando a lo largo de su vida a través del contacto con el mundo y las experiencias vividas.

Ante esta situación, creemos que no sería lógico concebir una propuesta práctica innovadora en la que el **constructivismo** no esté presente como gran principio metodológico, aunque sea de forma subyacente. Según la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1968), construimos (o reconstruimos) significados cada vez que somos capaces de establecer relaciones sustantivas y no arbitrarias entre lo que conocemos (nuestras ideas) y lo que vamos a aprender.

Para lograr un **aprendizaje significativo** es fundamental que el alumno se involucre y sea el protagonista de su proceso de aprendizaje, que se convierta en parte activa del mismo y que construya su propio conocimiento incorporando los nuevos conocimientos en su estructura mental, única de cada individuo. En este escenario, el papel del profesor es el de mediador entre el alumno y el objeto de estudio, es decir, promotor de ese proceso interno del alumno (Mazarío y Mazarío, 2010), no es transmisor. El

conocimiento puede ser construido pero no transmitido. Las experiencias deben ser interpretadas y procesadas por cada individuo, dos personas no pueden intercambiar conocimientos como si fuera solo información (Mazarío y Mazarío, 2010). Para que esto tenga lugar es imprescindible que los estudiantes se sientan interesados y motivados por aprender, lo que hace que la contextualización de los contenidos sea imprescindible.

Esta práctica ha sido diseñada con la intención de conseguir que los alumnos alcancen un aprendizaje significativo de los contenidos relacionados con la misma. Para ello, se han tenido en cuenta sus ideas previas y dificultades, el nivel educativo y los conocimientos que hubieran podido adquirir en otros cursos y disciplinas. Para captar el interés de los estudiantes y motivarlos con la realización de la actividad, la hemos contextualizado teniendo en cuenta sus características psicológicas, edad, intereses e inquietudes.

3.2. Agrupamientos y espacios

Los estudiantes trabajarán en esta actividad práctica por grupos. El trabajo en grupo proporciona al alumno la oportunidad de fomentar habilidades sociales y de comunicación y valores como la tolerancia, el respeto o la democracia, a la vez que acerca la escuela al entorno social del individuo (Castillo, 1997). Por otro lado, según la teoría de Vygotsky, la interacción social es un factor primordial para el desarrollo y aprendizaje de los jóvenes, por lo que el aprendizaje es más bien una experiencia social compartida que una experiencia individual. Pero el trabajo cooperativo no sólo ayuda al aprendizaje de los conceptos sino que, también, favorece el cambio de actitudes negativas, incrementa la motivación y mejora el autoconcepto de los alumnos (Castillo, 1997).

Dependiendo de las características de los alumnos, el profesor decidirá si confecciona él los grupos de trabajo o si, por el contrario, lo deja a libre elección de los estudiantes. De cualquier forma, se deberían tener en cuenta las siguientes recomendaciones para la formación de los grupos de trabajo: deben estar compuestos como máximo por cuatro estudiantes (Sanmartí, 2002), ser mixtos (chicos y chicas) y tener estudiantes de diferente nivel (Castillo, 1997) para que unos puedan ayudar a otros y se favorezca el aprendizaje de ambos.

En este trabajo proponemos la formación de seis grupos de trabajo de cuatro alumnos cada uno, cada grupo será el responsable de una trampa para artrópodos. No obstante, debido a las, cada vez más frecuentes, clases masificadas que se encuentran en los centros de enseñanza puede ser que se dé el caso de que haya demasiados alumnos en una clase para esta organización de grupos. En ese caso, sería más recomendable hacer más grupos de trabajo (más trampas), a pesar de resultar el análisis de los datos algo más engorroso, que aumentar el número de alumnos por grupo.

Los espacios en los que se va a desarrollar esta actividad práctica son bastante variados, yendo desde el jardín del centro (lugar donde se pueden colocar las trampas) hasta un aula con ordenadores y pasando por el laboratorio de ciencias naturales y una clase ordinaria.

3.3. Objetivos didácticos

Lo que pretendemos que los alumnos alcancen con el desarrollo esta práctica se puede concretar en los siguientes objetivos:

- Elaborar diferentes representaciones gráficas de forma correcta y adecuada a las características de los datos.
- Interpretar tablas y gráficas correctamente en diferentes niveles de comprensión de la información contenida en las mismas.
- Fortalecer las habilidades de comunicación mediante la elaboración de informes y pósters científicos sobre el trabajo realizado.
- Valorar la importancia del rigor y la precisión en la recogida de información así como de la organización y el correcto etiquetado de las muestras.
- Desarrollar una actitud crítica para ser capaz de analizar de forma reflexiva los resultados obtenidos y poder elaborar, así, conclusiones acorde con los mismos.
- Adoptar una actitud de respeto y conservación hacia el medio ambiente y su biodiversidad.
- Elaborar trampas para el muestreo de artrópodos.

- Manejar adecuadamente el material de laboratorio como pinzas, pinceles, lupa binocular, etc. respetando las normas de seguridad del mismo.
- Identificar correctamente artrópodos mediante la utilización de claves dicotómicas.
- Comprender el proceso de descomposición como algo natural y necesario, no dañino para las cadenas tróficas ni para el ecosistema. Valorar su importancia.
- Comprender la importancia y repercusión de la temperatura en los seres vivos y en el desarrollo de un ecosistema.
- Comprender el concepto de nicho ecológico y entender que los ecosistemas están en continuo cambio.

3.4. Descripción y desarrollo de la actividad práctica

La práctica ha sido diseñada para llevarse a cabo durante el BLOQUE 4: La dinámica de los ecosistemas, preferiblemente a mitad o finales del mismo. Se trata de una actividad de síntesis, estructuración, generalización y aplicación de conocimientos.

3.4.1. Distribución del trabajo

Debido a la escasez de tiempo del que suelen disponer los profesores para desarrollar cada bloque de contenidos, hemos intentado ajustar el tiempo de duración de la práctica al mínimo imprescindible recomendable: parte de dos sesiones teóricas y dos sesiones prácticas. Hay que tener en cuenta que las sesiones prácticas de esta actividad se llevarán a cabo unas dos semanas después (periodo de muestreo) de la colocación de las trampas.

La distribución del trabajo en las diferentes sesiones es la siguiente:

- En la **primera sesión teórica** se introducirá la actividad práctica a los alumnos: justificación, objetivos, papel de los alumnos y del profesor durante su desarrollo, puesta de trampas y muestreos, etc. Se entregará el guión de la práctica (ANEXO I) a los estudiantes. En la presentación, para motivar al alumnado, proponemos la reproducción de un pequeño fragmento de alguna serie de televisión conocida por los alumnos (CSI, por ejemplo) en el que se haga alusión a algún aspecto relacionado con la entomología forense y con la práctica (por ejemplo, una larva de insecto encontrada en un cadáver). En esta sesión, también se formarán los grupos de trabajo y se asignará una

trampa a cada uno de ellos para su elaboración, colocación, muestreo, registro de datos climáticos, cuidado y recogida. La elaboración de las trampas con cebo y su colocación (no más de 20 minutos) también se llevará a cabo durante esta sesión, por lo que se deberá haber avisado con antelación a los alumnos para que ese día traigan el material necesario. El emplazamiento de las trampas deberá ser consensuado entre todos los alumnos y el profesor, de acuerdo con las características del problema, ya que todas ellas deberán estar situadas en la misma área.

Se elaborarán un total de 6 trampas, todas con el mismo cebo y se completará la ficha 1 “*Planificación*” (ANEXO II) con el cálculo del intervalo post-mortem (PMI) que representa cada una de ellas. Las trampas se recogerán en días alternos (1 trampa/día) sin contar el fin de semana y los días de fiesta que pudiera haber, por lo que la fase de muestreo durará aproximadamente dos semanas. Cada grupo se encargará de colocar (en sesión teórica) y recoger (en 5 minutos del recreo del día correspondiente) una trampa, así como de rellenar la ficha 2 “*Guía de campo*” (ANEXO III) el día de la recogida.

- En la **primera sesión práctica**, en el laboratorio, se darán las instrucciones necesarias para el correcto uso del material así como los procedimientos a seguir para la clasificación, etiquetado e identificación de los artrópodos adultos y los estados preimaginales (antes del adulto o imago) presentes en las trampas mediante la utilización de una clave dicotómica (ANEXO IV). Con los resultados obtenidos se completarán las fichas 3 “*Manual de identificación*” (ANEXO V), 4 “*Resumen de identificación de adultos*” (ANEXO VI) y 5 “*Resumen de preimaginales*” (ANEXO VII). Los datos obtenidos se utilizarán en la siguiente sesión práctica para el análisis e interpretación de resultados.

- En la **segunda sesión práctica**, en una sala con ordenadores, los alumnos organizarán los datos obtenidos en la sesión práctica anterior, los introducirán en una hoja de cálculo y procederán a la elaboración de las tablas y gráficas correspondientes. Para la elaboración de las gráficas podrán ayudarse de la ficha 6 “*Tipos de gráficos más utilizados en Ciencias*” (ANEXO VIII). Con el análisis e interpretación de las tablas y gráficas realizadas, los alumnos tendrán que resolver el problema propuesto en la práctica y contestar a otras cuestiones. Para ello, se establecerá una puesta en común y un debate en el que todos los alumnos aportarán sus datos y participarán en la elaboración de las conclusiones obtenidas tras la investigación. También se hará alusión

en esa puesta en común a las relaciones tróficas que han tenido lugar entre los distintos animales capturados y al proceso de sucesión ecológica. Finalmente, los integrantes de cada grupo elegirán un tema de los cuatro propuestos para realizar un póster, pudiendo buscar información adicional para ello, si fuera necesario, en internet. Sería conveniente que se hiciera, al menos, una versión de cada uno de los pósters propuestos, es decir, que no ocurra que varios grupos elijan el mismo tipo de póster y otros queden sin hacer.

- La **segunda sesión teórica** se va a dedicar a que los alumnos expongan sus pósters a sus compañeros de clase, aspecto que creemos especialmente importante, no sólo por el hecho de hacer una exposición oral, sino también porque los pósters de los distintos grupos son de temática diferente. La exposición la puede realizar un miembro del grupo o varios. Para cerrar la práctica, el profesor les propondrá la lectura de algún caso real en cuya resolución hayan colaborado entomólogos forenses (ANEXO IX). Los pósters serán expuestos en el instituto para que el resto de estudiantes puedan ver el trabajo que han realizado nuestros alumnos. La exposición de los pósters en el instituto servirá también para que nuestros alumnos se motiven con la actividad, sabiendo que su trabajo va a ser expuesto.

Si en el momento de la puesta en práctica de esta actividad no se dispusiera de todo el tiempo que nosotros hemos planificado para su desarrollo, se podría acortar la misma eliminando la parte de la segunda sesión teórica. Por tanto, la actividad acabaría con la puesta en común y el debate final en la segunda sesión práctica y la exposición visual de los pósters en el instituto (no verbal a los compañeros en clase).

3.4.2. Temporalización de las sesiones

Teniendo en cuenta que las sesiones, tanto teóricas como prácticas, son de 55 minutos de duración, la temporalización de las mismas será la siguiente:

Primera sesión teórica:

- **10 minutos.** Presentación de la práctica a los alumnos.
- **5 minutos.** Visionado del vídeo de una serie relacionado con la práctica.
- **15-20 minutos.** Elaboración y colocación de las trampas.

Primera sesión práctica:

- **10 minutos.** Preparación de las muestras para su posterior identificación.
- **40 minutos.** Organización, etiquetado, identificación y cuantificación de los artrópodos capturados en las trampas. Aquellos grupos que acaben muy rápido por el bajo número de ejemplares de su trampa, ayudarán a sus compañeros de otros grupos.
- **5 minutos.** Recogida y limpieza del material de laboratorio.

Segunda sesión práctica:

- **10 minutos.** Introducción de los datos obtenidos en la sesión práctica anterior en una base de datos.
- **25-30 minutos.** Elaboración de tablas y gráficas. Para aquellas representaciones en las que sean necesarios los datos de todas las trampas, los distintos grupos deberán intercambiarse la información oportuna. Puesta en común de las tablas y gráficas elaboradas por los diferentes grupos.
- **15-20 minutos.** Análisis e interpretación de las tablas y gráficas elaboradas para la resolución del problema inicial y para evidenciar las relaciones tróficas y la sucesión ecológica que han tenido lugar. Redacción de conclusiones y debate general.
- **5 minutos.** Elección del tema para la elaboración del póster. Si queda tiempo, comenzar a hacerlo.

Segunda sesión teórica:

- **20 minutos.** Exposición de los pósters a los compañeros de clase.
- **10 minutos.** Lectura de algún caso real.

3.5. Evaluación de los aprendizajes de los estudiantes

La evaluación, errónea y comúnmente entendida como el proceso cuyo fin es la obtención de una calificación final, se debe percibir como un instrumento para regular el proceso de enseñanza-aprendizaje y mejorar la calidad de la enseñanza. Las actividades de evaluación deben estar integradas en dicho proceso y deben ser una tarea compartida entre el profesor y los alumnos. Debemos conseguir que los alumnos vean la evaluación

como una oportunidad para aprender y para tomar consciencia de los avances de su propio aprendizaje, reconociendo sus aciertos y sus dificultades.

Esta actividad práctica representa una muy pequeña porción de la totalidad de actividades y conocimientos conceptuales y procedimentales que se trabajan en este nivel académico. No obstante, creemos que es importante y necesario diseñar algunas herramientas de evaluación de la misma para así, poder contribuir a su posterior mejora, al aprendizaje de los alumnos y, de forma general, a la valoración de las actividades prácticas dentro de la enseñanza, valor que durante mucho tiempo no se les ha reconocido al no ser evaluables.

Hemos definido los siguientes criterios de evaluación:

- Elaboración de tablas y representaciones gráficas completas de diferente nivel de complejidad que incluyan un título adecuado, nombres de los ejes, leyenda cuando sea necesario, un uso adecuado del color y el tamaño, etc.
- Extracción e interpretación de la información contenida en tablas y gráficas para la correcta resolución del problema y las cuestiones planteadas.
- Comunicar con un lenguaje adecuado, tanto escrito como oral, las conclusiones obtenidas del estudio de la información presente en gráficas y tablas.
- Correcto etiquetado de la trampa y de los botes con muestras.
- Trabajo manual adecuado. Confección de las trampas para artrópodos y manipulación del material de laboratorio.
- Identificar correctamente los ejemplares adultos y las larvas de mosca mediante la utilización de una clave dicotómica.

La evaluación de los aprendizajes de los estudiantes se llevará a cabo mediante la valoración de las respuestas a las cuestiones planteadas, el informe de prácticas presentado y los siguientes instrumentos de recogida de información para el profesor:

- Ficha 7 “*Evaluación de la metodología y el trabajo en el laboratorio de los alumnos*” (ANEXO X).
- Ficha 8 “*Evaluación de la representación y el análisis de los datos*” (ANEXO XI).

Además, los alumnos evaluarán el póster y la exposición de sus compañeros con la ficha 9 “*Evaluación del póster y la exposición*” (ANEXO XII).

4. RECOMENDACIONES PARA SU PUESTA EN PRÁCTICA

Antes de realizar esta práctica, al igual que en cualquier proceso de enseñanza, sería conveniente conocer las ideas previas de los alumnos. Aunque en apartados anteriores de esta memoria hemos descrito aquellas ideas previas y dificultades que posee el colectivo de estudiantes a los que va dirigida esta práctica, sería muy interesante conocer aquéllas de nuestros alumnos en concreto. De esta forma, podríamos orientarla e introducir las modificaciones oportunas para que el proceso de enseñanza-aprendizaje se desarrolle de la forma más adecuada y con el máximo aprovechamiento de la práctica y aprendizaje de los alumnos.

Sería adecuado que, antes de la implementación con los alumnos, el profesor realizara esta actividad ya que dependiendo de la zona, la estación del año y la climatología, los resultados pueden variar ampliamente. Así, el profesor podría ajustar la práctica a sus estudiantes y/o modificar algún apartado si fuera necesario, sobre todo de la primera y segunda sesión práctica.

A continuación comentamos una serie de aclaraciones y recomendaciones para el profesor sobre diferentes aspectos del desarrollo de esta actividad práctica.

Sobre la primera sesión teórica

En esta sesión, aparte de repartir el guión de la práctica (ANEXO I) a los alumnos y elaborar y colocar las trampas, es muy importante que se presente la práctica a los alumnos de forma adecuada, que sientan que no es una práctica más de las que están acostumbrados a hacer, así como que su opinión y criterio van a ser necesarios e importantes durante su desarrollo. De esta forma, conseguiremos mayor motivación de los estudiantes, aspecto fundamental para lograr la implicación de los alumnos con la práctica y favorecer su aprendizaje.

En cuanto al fragmento de capítulo relacionado con el contenido de la práctica, proponemos los dos que se detallan a continuación. No obstante, es posible que haya otras series y/o capítulos igualmente adecuados. Sería conveniente cortar los minutos del mismo capítulo abajo indicados y unirlos en uno solo archivo para que la reproducción del vídeo sea continua.

Serie: CSI Las Vegas.

Capítulo: 10 de la temporada 1 “Sexo, mentiras y larvas”.

Fragmentos: del minuto 0:00 al 2:25, 7:50-8:25, 9:10-10:25 y 21:10-22:50.

Serie: CSI Las Vegas.

Capítulo: 6 de la temporada 6 “Secretos y moscas”.

Fragmentos: 9:50-11:50, 15:40-17:30, 24:20-26:00 y 37:50-40:30.

Sobre la elaboración, colocación y recogida de las trampas

Las trampas se fabricarán y etiquetarán de acuerdo al guión de elaboración incluido en el guión general de la práctica (ANEXO I). En los estudios de entomología forense, los cuales imita esta práctica a muy pequeña escala, se utilizan cerdos enteros como cebo. A pesar de que hay experiencias en educación secundaria con cerdos (Schoenly et al., 2006), nosotros hemos decidido proponer una trampa y un cebo mucho más fácil de obtener y manejar por los alumnos. El cebo para la trampa que hemos diseñado puede ser de varios tipos: comida fresca de mascotas, hígado, carne, calamar entero, etc.; de todos los citados, recomendamos la comida fresca de mascotas, especialmente de gato, por sus buenos resultados y, sobre todo, el mínimo olor desagradable pasados los días.

En los estudios de investigación de entomología forense se colocan los cerdos al aire libre y se dejan hasta que el proceso de descomposición ha finalizado, durante todo ese tiempo se hacen muestreos sucesivos de la fauna asociada al cadáver, normalmente diarios. En nuestro caso, debido a la incompatibilidad de tiempo y horarios que supone que los alumnos tomen muestras diariamente, la práctica se ha diseñado para que cada una de las trampas (6 en total) represente un muestreo en un día determinado del mismo “hipotético cadáver”, es decir, todas las trampas se colocan el mismo día y en la misma zona pero cada una de ellas se recoge en un día diferente. De esta forma, al analizar los alumnos los artrópodos presentes en cada una de las trampas es como si estuvieran analizando la fauna presente en una misma trampa durante todo el proceso de descomposición del cebo de su interior. En la **figura 1** se puede observar la progresión en el tiempo de la comunidad de artrópodos asociada a una trampa como la que proponemos en esta actividad práctica.

La localización de las trampas puede ser variada: en el suelo de un jardín, colgadas de los árboles, en las repisas de las ventanas, etc., siempre y cuando estén en una zona de libre acceso para los animales y ventilada. Lo ideal sería colocarlas en el suelo de un jardín por ejemplo, teniendo de este modo acceso a ellas la fauna presente en el suelo pero, si esto no fuera posible debido a las características del centro, se pueden colocar en cualquiera de los otros emplazamientos citados, siendo el menos recomendable las repisas de las ventanas por la molestia que podría suponer el olor para los compañeros docentes y los estudiantes.

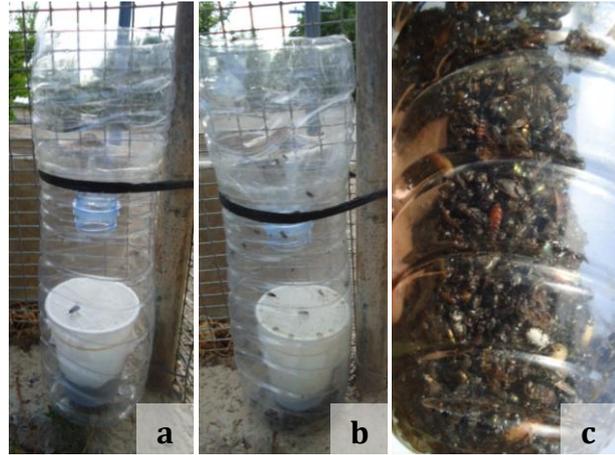


Figura 1. Evolución de la cantidad de artrópodos presentes en una trampa en el día 0 (a), día 2 (b) y día 18 (c) después de la muerte (2 días después de la colocación).

El día de colocación de la trampa se considera día 0, el día de la muerte. La recogida de la primera trampa se debe realizar dos-tres días después de su colocación (día 2-3 después de la muerte), para que haya pasado el tiempo suficiente para que ésta contenga una cantidad de fauna considerable con la que los estudiantes puedan trabajar en la primera sesión práctica. El resto de trampas deben recogerse en días alternos (1trampa/día) sin contar los fines de semana y los días festivos que pudiera haber de por medio. Se pueden colocar todas las trampas un viernes, por ejemplo, y recoger la primera el lunes de la semana siguiente. Una vez recogida la trampa, hay que conservarla hasta la primera sesión práctica, donde se organizarán, identificarán y etiquetarán las muestras. Para ello, recomendamos introducir la trampa completa en una bolsa de basura, para evitar malos olores y que no salga ni entre ningún animal, y guardarla en un refrigerador. Si no se dispusiera de un refrigerador, se puede utilizar una nevera portátil con placas refrigerantes o hielo. La última opción sería llenar la trampa con etanol al 70%, lo cual puede resultar desaconsejable por la gran cantidad de etanol necesaria (al menos 6 litros).

En el caso de que se utilice comida de mascotas como cebo, al no tratarse de un producto fresco sino con conservantes añadidos, la fauna sarcosaprófaga tardará más tiempo en aparecer y se debe hacer un ajuste en cuanto a la contabilización de los días

después de la muerte, considerando el día de la colocación de la trampa como si fuera 2 días antes de que se produjera la muerte (-2 días). Es decir, dos días después de la colocación de las trampas sería el día 0 o día de la muerte y la recogida de la primera trampa, 5-6 días después de su colocación, coincidiría con el día 2-3 después de la muerte.

Sobre la preparación de las muestras de preimaginales

En el punto 15 del guión del alumno (ANEXO I), en el que se identifican y cuantifican las larvas y pupas de dípteros, se propone que se vierta el contenido del vaso de plástico de la trampa en una cubeta con agua, preferiblemente caliente. La razón por la que recomendamos que el agua esté caliente es para que las larvas mueran rápidamente y los alumnos puedan comenzar a identificarlas sin perder mucho tiempo y sin complicaciones de ningún tipo. El agua se puede calentar fácilmente en un trípode con rejilla y un mechero, presentes en cualquier laboratorio, o en un microondas.

Sobre las claves dicotómicas

Las claves dicotómicas han sido diseñadas por nosotros para esta actividad práctica, teniendo en cuenta los conocimientos del alumnado sobre taxonomía, los resultados previsibles de las trampas, las dificultades de identificación de ciertos grupos y la bibliografía existente sobre los órdenes/familias de artrópodos sarcosaprófagos más comunes (Arnaldos, García y Presa, 2010; Castillo-Miralbés, 2001; García-Rojo, 2004; Schoenly et al., 2006). No obstante, como hemos comentado anteriormente, los resultados obtenidos por los alumnos en esta práctica pueden variar ampliamente, pudiendo darse el caso de que, en alguna trampa, apareciera un animal que no se pueda identificar con la clave proporcionada a los alumnos (ANEXO IV). En ese caso, el profesor deberá valorar si desechar ese ejemplar o, por el contrario, introducirlo en la clave mediante las correspondientes modificaciones de la misma. Bajo nuestro punto de vista, la segunda opción sería la más adecuada y conveniente ya que abriría el rango de identificación de la clave y estaría siendo adaptada a la fauna y las condiciones de ese entorno en concreto.

Las fotografías que se encuentran al final de la clave son de carácter ilustrativo/orientativo en el caso de los artrópodos adultos, no se deben utilizar para la determinación de los ejemplares ya que, al estar identificándolos a nivel de

orden/familia, puede haber animales que, aún perteneciendo a ese grupo, no sean muy parecidos al que aparece en la fotografía.

Sobre la elaboración de tablas y gráficas

En cuanto a la realización de tablas y gráficas en la segunda sesión práctica, hemos propuesto que se lleve a cabo en un aula con ordenadores debido a las oportunidades, facilidades y rapidez que ofrecen los programas basados en hojas de cálculo para su realización y manipulación (Microsoft Excel por ejemplo). Si bien es cierto que hay algún aspecto que al usar el ordenador puede que no se trabaje del mismo modo que si las gráficas se realizaran a mano, por ejemplo la proporcionalidad de los ejes de coordenadas (ajustada automáticamente por el programa). No obstante, creemos que es muy interesante también fortalecer en los alumnos el uso de las hojas de cálculo y representación gráfica y, en definitiva, las nuevas tecnologías, dado el tiempo en el que vivimos. No obstante, si no se dispusiera de ordenadores o si por las características del alumnado fuera más recomendable, las tablas y gráficas se podrían realizar en papel, pero ello implicaría que se necesitaría más tiempo para terminar la práctica o que habría que disminuir el número de tablas y gráficas a realizar por los estudiantes.

Dependiendo de la agilidad de los estudiantes, las gráficas y tablas propuestas en el punto 20 del guión del alumno (ANEXO I) pueden resultar demasiadas para ser elaboradas en el tiempo planificado para esa tarea. En tal caso, el profesor deberá repartir las distintas representaciones por hacer entre los diferentes grupos de trabajo, asegurándose, de ese modo, que queda tiempo suficiente para desarrollar los demás apartados planificados para esa sesión. Por ejemplo, que cada grupo trabaje con un orden/familia de artrópodos diferente, en vez de todos con todos. También dependerá del número de ordenadores que se disponga en el aula, ya que no será lo mismo si un grupo dispone solo de un ordenador o si, por el contrario, cada alumno tiene uno.

Sobre las cuestiones planteadas

Las cuestiones planteadas a los alumnos tras la realización de las tablas y gráficas pueden ser objeto de selección y/o modificación por parte del profesor ya que, en función de la zona, las condiciones climáticas, la época del año y el tipo de cebo utilizado, los resultados obtenidos por los alumnos pueden variar significativamente. Nosotros proponemos una batería de 12 cuestiones que abarcan varios temas y que consideramos importantes para el máximo aprovechamiento de los conceptos

implicados en la práctica por parte de los alumnos. De igual modo, si faltara tiempo para terminar la sesión, el profesor podrá escoger aquellas cuestiones que considere más oportunas y/o interesantes.

Sobre la lectura de casos reales

Esta lectura también se podría realizar en la primera sesión teórica, durante la presentación de la práctica. No obstante, creemos que en esa sesión es más adecuado que vean el vídeo de la serie de televisión, ya que es algo más atractivo y motivador para la toma del contacto del alumno con la práctica. Tras haber realizado la práctica, la lectura del caso real resultará más motivadora y provechosa para el alumnado que si se hubiera hecho en la sesión de presentación, cuando no conocían nada acerca de la metodología y aplicaciones de la entomología forense. Proponemos varios casos reales para su lectura en clase (ANEXO IX).

Algunos de los casos reales propuestos pueden resultar escabrosos en determinados aspectos, éstos se deberán seleccionar y/o modificar en función de las características de los estudiantes.

5. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA INNOVADORA

En los apartados anteriores de esta memoria hemos definido el problema de aprendizaje a raíz del cual nos ha surgido la necesidad de diseñar una propuesta de innovación educativa como la presentada en este trabajo. Una vez delimitado el problema, hemos elaborado un plan de actuación en aula basado el análisis de los antecedentes bibliográficos, las características y el contexto del colectivo al que va dirigido y la elaboración de unos materiales para su puesta en práctica con los alumnos.

El siguiente paso en la secuencia de innovación sería el desarrollo del plan elaborado en la práctica, es decir, la implementación con los alumnos, durante la cual se debe hacer un seguimiento sistemático del desarrollo de la misma para poder analizar y evaluar la propuesta en cuanto al papel del profesor, del alumno y el proceso que ha tenido lugar en el contexto donde se ha aplicado. Aunque no hemos desarrollado esta última parte, por falta de tiempo y porque no era el objetivo de este trabajo, proponemos los procedimientos o instrumentos que consideramos necesarios para su evaluación. Son los siguientes:

- Análisis de los resultados obtenidos en los aprendizajes de los alumnos. Esto se valorará mediante las fichas de observación diseñadas para este fin (apartado 3.5.) y el informe de prácticas.
- Análisis de resultados sobre el profesor aunque, bien es cierto, que simplemente tiene un papel de guía en esta actividad.
- Observaciones sobre el desarrollo de la actividad que el profesor debería apuntar en un diario para su posterior análisis.
- Opiniones y percepciones de los alumnos sobre la práctica y el trabajo realizado. Esta información se puede conseguir mediante entrevistas personales con algunos alumnos o pasándoles un cuestionario sobre la actividad.

Con toda esta información, el profesor deberá redactar un informe en el describa todo lo que ha ocurrido durante la puesta en práctica. Algunas de las cuestiones que se debería plantear serían ¿Qué he aprendido? ¿Cómo se ha modificado la realidad de mi aula con la intervención realizada? ¿Qué conclusiones, sugerencias o implicaciones educativas puedo extraer sobre la adecuación y relevancia de mi propuesta para mejorar la situación de mi aula? ¿Cómo podría mejorar mi plan de trabajo? ¿Qué podría cambiar para mejorar los resultados? ¿Qué problema de aprendizaje o enseñanza ha quedado sin resolver y podría abordar a continuación?...

Tras todo este proceso, el profesor estará en condiciones para establecer conclusiones, formular sugerencias de aplicación y reflexionar sobre todo el proceso seguido y las implicaciones educativas del mismo. Ciertamente, sería entonces cuando podríamos decir que hemos innovado, ya que hasta que una propuesta no se ha llevado a la práctica, se ha evaluado su desarrollo y se ha reflexionado sobre la misma para su futura modificación y mejora, no se considera que hemos llevado a cabo un proceso de innovación educativa.

6. COMENTARIOS FINALES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

En la fundamentación teórica de este trabajo hemos descrito los resultados que se han obtenido en varias investigaciones educativas realizadas en nuestro país. Sus resultados son bastante alarmantes, pues revelan que nuestros jóvenes no dominan una habilidad tan fundamental e importante como es la elaboración e interpretación de

representaciones gráficas (Barquero et al., 2000; Núñez et al., 2009; Postigo y Pozo, 2000). Aspecto importante no sólo en las clases de Ciencias sino, también, en la vida diaria de cualquiera de nosotros, donde cada vez es más frecuente encontrar gráficas en los medios de comunicación, en el etiquetado de un producto o en la factura de la electricidad.

Este preocupante panorama fue el que nos hizo decidimos por este tema y diseñar esta propuesta de innovación. Una propuesta en la que, mediante la resolución de un asesinato, los alumnos trabajan la elaboración e interpretación de gráficas, aspecto central de este trabajo pero, también, un gran número de contenidos procedimentales, habilidades de investigación, competencias, valores y actitudes. Además, con el desarrollo de esta actividad, los estudiantes tendrán la oportunidad de ver y experimentar el papel real que tienen las representaciones gráficas en la producción del conocimiento científico y en la investigación en Ciencias. Con todo ello, los alumnos podrán comprender mejor cómo trabaja un científico y cuáles son los procedimientos que sigue.

Diversos autores han puesto de manifiesto la idoneidad de trabajar ciertos contenidos científicos con un enfoque transversal (Núñez et al., 2009; Pro, 2012). En nuestra práctica, el hecho de manejar una gran cantidad de datos y números ofrece la oportunidad al docente de coordinarse con compañeros del área de Matemáticas y abordar la práctica conjuntamente. De esta forma, se favorecería que los alumnos evidenciaran el vínculo existente entre las Ciencias y las Matemáticas, disciplinas tan cercanas en la teoría y tan lejanas en la práctica cotidiana donde, muchas veces, son tratadas como compartimentos estanco diferentes. Debido a que es una actividad muy atractiva y motivadora para el alumnado, si se trata con un enfoque transversal como el que proponemos, podría ocurrir que, tras su puesta en práctica, los estudiantes no solo se interesaran más por las Ciencias sino también más por las Matemáticas.

Consideramos que este trabajo práctico va en la línea de lo que se necesita hoy día en nuestra enseñanza (Martínez y García, 2003) para contribuir a la ACyT y fomentar el interés de nuestros jóvenes por las Ciencias y sus procedimientos.

No obstante, para conocer el valor didáctico real, su potencialidad y las implicaciones educativas desprendidas de esta propuesta así como sus puntos débiles susceptibles de mejora, sería necesaria su puesta en práctica, evaluación y reflexión sobre el desarrollo

de la misma, como hemos comentado en el apartado anterior. Con este trabajo, hemos sentado las bases y dado los primeros pasos para desarrollar un proceso de innovación educativa que haga frente al problema que tienen los estudiantes de ESO en la elaboración en interpretación de gráficas.

7. REFERENCIAS

- Aguinaga, M. (2002). Un ejercicio con gráficas: un lenguaje de la ciencia. *Alambique*, 32, 109-114.
- Arnaldos, M.I., García, M.D. y Presa, J.J. (2010). *Entomología médico-legal. Asignatura: Entomología Forense. Máster Universitario en Ciencias Forenses*. Murcia: Universidad de Murcia. Recuperado de <http://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/20258/1/EFentomologiamedicolegal.pdf>.
- Ausubel, D.P. (1968). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Barquero, B., Schnotz, W. y Reuter, S. (2000). Adolescents' and adults' skills to visually communicate knowledge with graphics. *Infancia y Aprendizaje*, 90, 71-87.
- Caamaño, A. (2003). Capítulo 5. Los trabajos prácticos en ciencias. En M.P. Jiménez Aleixandre (coord.), *Enseñar ciencias* (pp. 95-118). Barcelona: Graó.
- Cano, A. (2007). Cognición en el adolescente según Piaget y Vygotsky. *Botetim Academia Paulista de Psicologia*, 27(2), 148-166.
- CARM. (2007). *Decreto nº 291/2007, de 14 de septiembre por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia*. Murcia: B.O.R.M. de 24 de septiembre de 2007.
- CARM. (2008). *Decreto nº 262/2008, de 5 de septiembre, por el que se establece el currículo del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia*. Murcia: B.O.R.M. de 10 de septiembre de 2008.
- Castillo, A. (1997). Apuntes sobre Vygotsky y el aprendizaje cooperativo. Lev Vygotsky: sus aportes para el siglo XXI. *Cuadernos de Educación UCAB*, 1, 47-57.
- Castillo-Miralbés, M. (2001). Principales especies de coleópteros necrófagos presentes en carroña de cerdos en la comarca de la Litera (Huesca). *Graellsia*, 57(1), 85-90.
- Fernández, R. y Casal, M. (1995). La enseñanza de la ecología. Un objetivo de la educación ambiental. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), 295-311.
- Furió, C., Vilches, A., Guisasola, J. y Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 365-376.

- Gallegos, L., Jerezano, M.E. y Flores, F. (1994). Preconceptions and relations used by children in the construction of food chains. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(3), 259-272.
- García-Rojo, A.M. (2004). Estudio de la sucesión de insectos en cadáveres en Alcalá de Henares (Comunidad Autónoma de Madrid) utilizando cerdos domésticos como modelos animales. *Aracnet, Boletín S.E.A.*, 34, 263-269.
- García, J. J. (2005). El uso y el volumen de información en las representaciones gráficas cartesianas presentadas en los libros de texto de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(2), 181–200.
- García, J. J. y Perales, F. J. (2007). ¿Cómo usan los profesores de Química las representaciones gráficas cartesianas? *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 10(1), 1-15. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=217017190003>.
- Gil, M.J. y Martínez, B. (1992). Problemática en la enseñanza/aprendizaje de la ecología. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 14, 67-70.
- Ibarra, J. y Gil, M.J. (2009). Uso del concepto de sucesión ecológica por alumnos de secundaria: la predicción de los cambios en los ecosistemas. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), 19-32.
- Ibarra, J., Carrasquer, J. y Gil, M.J. (2010). Un proceso oscuro y anónimo: la descomposición de la materia viva. *Alambique*, 64, 99-108.
- Islas, S. M. y Guridi, V. M. (1999). El quehacer científico versus el quehacer áulico. Buscando rasgos del quehacer científico en libros de texto *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 281-290.
- Kozma, R. (2003). Material and social affordances of multiple representations for science understanding. *Learning and Instruction*, 13(2), 205-226.
- Martínez, C. y García, S. (2003). Las actividades de primaria y ESO incluidas en libros escolares. ¿Qué objetivo persiguen? ¿Qué procedimientos enseñan? *Enseñanza de las Ciencias*, 21(2), 243-264.
- Mazarío, I. y Mazarío, A. C. (2010). *El constructivismo: paradigma de la escuela contemporánea (monografía)*. Matanzas: Universidad de Camilo Cienfuegos. Recuperado el 15 de junio de 2014, de <http://monografias.umcc.cu/monos/2003/Mono24.pdf>.

- MEC. (2007). *REAL DECRETO 1631/2006, de 29 de diciembre por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria*. Madrid: B.O.E. 5 de enero de 2007.
- Núñez, F., Banet, E. y Cordón, R. (2009). Capacidades del alumnado de educación secundaria obligatoria para la elaboración e interpretación de gráficas. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(3), 447-462.
- OCDE. (2000). *Conocimientos y destrezas para la vida: primeros resultados del proyecto PISA. Resumen de resultados*. Madrid: INECSE/MEC.
- OCDE. (2012). *PISA. Programa para la evaluación internacional de los alumnos. Informe español*. Madrid: MECD.
- Perales, F. J. y Jiménez, J. D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 369-386.
- Postigo, Y. y Pozo, J. I. (2000). Cuando una gráfica vale más que 1.000 datos: la interpretación de gráficas por alumnos adolescentes. *Infancia y Aprendizaje*, 90, 89-110.
- Pro, A. (2012). ¿Desarrollar competencias matemáticas en las clases de ciencias? *Alambique*, 70, 54-65.
- Sánchez, F.J. y Pontes, A. (2010). La comprensión de conceptos de ecología y sus implicaciones para la educación ambiental. *Eureka*, 7(nº extraordinario), 271-285.
- Sanmartí, N. (2002). Capítulo 9. Actividades para la enseñanza de las Ciencias. En *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria* (pp. 205-275). Madrid: Síntesis.
- Schoenly, K.G., Haskell, N.H., Mills, D.K., Bieme-Ndi, C., Larsen, K. y Lee, Y. (2006). Using pig carcasses as model corpses to teach concepts of forensic entomology & ecological succession. *The American Biology Teacher*, 68(7), 402-410.

8. ANEXOS

ANEXO I. Guión de la práctica para el alumno

CSI MURCIA. UN CUERPO, TRES SOSPECHOSOS Y UN SOLO DESENLACE

Objetivo

Con esta práctica aprenderéis a realizar trampas para capturar artrópodos, a identificarlos mediante claves dicotómicas, a representar, analizar e interpretar los resultados obtenidos y a formular conclusiones coherentes con los mismos. En definitiva, comprenderéis los procedimientos de la Ciencia y su investigación.

Problema

La dirección de este IES ha recibido el siguiente informe de la policía pidiendo nuestra colaboración y hemos decidido que vuestra clase es la más adecuada para ello.



Caso nº 243/14

Murcia, 21 de mayo de 2014

El pasado 18 de mayo fue encontrado por un ciclista el cuerpo sin vida de un varón de 35 años de piel blanca, pelo corto castaño, complexión atlética, 80kg de peso y 1,75m de altura. El cadáver fue hallado en una zona periurbana cercana a la capital murciana que, tras la toma de muestras y fotografías de la escena, fue trasladado al Instituto Anatómico Forense para la realización de la autopsia pertinente.

Se tomaron las siguientes muestras de la fauna presente en el cuerpo, que se encontraba en avanzado estado de descomposición:

- Dípteros adultos (moscas): 21 *Calliphoridae*, 12 *Muscidae*, 5 *Sarcophagidae* y 2 *Piophilidae*.

- Coleópteros adultos (escarabajos): 8 *Dermestidae*, 3 *Histeridae* y 1 *Staphylinidae*.
- Otros artrópodos adultos: algunas hormigas y avispas.
- Larvas de mosca: 37 *Calliphoridae* L II y III (15-21mm), 16 *Muscidae* L I y II (8-14 mm) y 6 *Sarcophagidae* L I (4-6 mm).
- Climatología de la zona en las últimas dos semanas: temperatura media de 16°C y cielo despejado (soleado) todos los días.

La autopsia aclaró que la causa de la muerte fue una herida por arma blanca en el costado izquierdo. No obstante, no se ha podido determinar el día de la muerte debido a que se produjo hace más de 72 horas. Para ello sería necesario disponer de un patrón conocido de sucesión de fauna sarcosaprófaga para el hábitat y las condiciones más próximas al lugar donde se encontró el cadáver. Hemos ido descartando posibles personas relacionadas con el asesinato pero, al no saber la fecha de la muerte, nos es imposible determinar quién es el presunto asesino entre los tres sospechosos restantes descritos a continuación.

Nuestro entomólogo forense está de viaje, por lo que les rogamos nos presten su ayuda para la averiguación del día en que se produjo la muerte y poder, así, resolver este caso.

Sospechosos



Nombre: Amanda Cuchillo Loco.

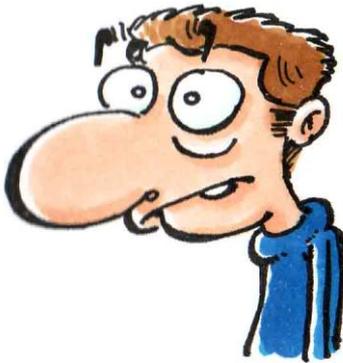
Edad: 32 años.

Ocupación: carnicera.

Relación con la víctima: fueron novios hace mucho tiempo.

Movimientos en los últimos días:

- Del 1 al 6 de mayo: ha estado sola en casa, de baja laboral por un corte.
- Del 7 al 9 de mayo: ha estado trabajando en la carnicería y cuidando de una señora mayor por las noches.
- Del 10 al 18 de mayo: ha estado de vacaciones en Londres con su hermana.



Nombre: Julián Bicicleta Pinchada.

Edad: 25 años.

Ocupación: en paro. Pasea en bici todos días por la zona donde se encontró el cuerpo.

Relación con la víctima: vecino. Discutían continuamente.

Movimientos en los últimos días:

- Del 1 al 12 de mayo: ha estado haciendo una ruta en bici por todo el norte de España con su padre y un primo.
- Del 13 al 18 de mayo: ha estado solo en casa. Sus padres estaban de viaje de negocios.



Nombre: Violeta Tintes Oxigenados.

Edad: 27 años.

Ocupación: peluquera.

Relación con la víctima: era su cliente y estaban empezando una relación en secreto.

Movimientos en los últimos días:

- Del 1 al 6 de mayo: ha estado haciendo un curso de peluquería en Salamanca con una compañera de profesión.
- Del 6 al 12 de mayo: ha estado trabajando en Murcia pero sola en casa. Su marido estaba de viaje en Alemania.
- Del 13 al 18 de mayo: ha estado en Murcia trabajando y en casa con su marido.

Fundamento teórico de la práctica

La muerte de un ser vivo lleva consigo una serie de cambios y transformaciones físico-químicas que hacen de este cuerpo sin vida un ecosistema dinámico y único al que se va asociando una serie de organismos necrófagos, necrófilos, omnívoros y oportunistas (Magaña, 2001). Estos animales se van sucediendo en el tiempo dependiendo del estado de descomposición del cadáver. El estudio de esta fauna sarcosaprófaga (asociada a los cadáveres), para determinar el tiempo transcurrido desde la muerte, recibe el nombre de **entomología forense**.

Los diferentes tipos de artrópodos que llegan a un cadáver se pueden clasificar en (Arnaldos et al., 2010; Magaña, 2001):

Especies necrófagas: llegan en primer lugar y son las que se alimentan del cuerpo. Incluye dípteros (*Calliphoridae* y *Sarcophagidae*) y coleópteros (*Silphidae* y *Dermestidae*). Constituyen el grupo más significativo para la data de la muerte.

Especies necrófilas: se alimentan de los necrófagos mediante predación o parasitismo. Son coleópteros (*Silphidae*, *Staphylinidae* e *Histeridae*), dípteros (*Stratiomyidae*) e himenópteros parásitos de las larvas y pupas de dípteros.

Especies omnívoras: se alimentan tanto del cadáver como de la fauna asociada a él (necrófagos y necrófilos). Se incluyen aquí grupos como las avispas, hormigas y algunos coleópteros.

Especies accidentales: su presencia en el cadáver se debe al azar, lo utilizan como una extensión de su hábitat normal. Son por ejemplo arañas, ciempiés, ácaros, etc.

La entomología forense nos aporta información útil en las investigaciones policiales y judiciales, siendo la aportación más importante la estimación del intervalo post-mortem (PMI) o tiempo transcurrido desde la muerte (García-Rojo, 2004). Este PMI puede ser usado para confirmar o refutar la coartada de un sospechoso y para ayudar en la identificación de víctimas desconocidas enfocando la investigación dentro de un marco correcto de tiempo, pudiendo llegar a ser vital en la investigación de un homicidio. La determinación del PMI es compleja y debe ser tratada con cautela ya que existen, con frecuencia, muchos factores

desconocidos que hacen difícil llegar a unas conclusiones definitivas (Magaña, 2001).

Existen dos métodos para determinar el PMI basados en la evidencia de los artrópodos. El primero, utilizado en las primeras fases de la descomposición, se basa en el estudio de edad de los estados preimaginales (antes del adulto o imago: larvas y pupas) y su tasa de crecimiento de una o dos especies de insectos, particularmente dípteros. El segundo, utilizado



Fotografía de un grupo de dípteros. Tomado de Industriaslaford (n.d.).

en las fases más avanzadas, utiliza la composición de la comunidad de artrópodos encontrada en el cuerpo y su grado de crecimiento y se compara con patrones conocidos de sucesión de fauna para el hábitat y condiciones más próximas (Magaña, 2001).

Aunque la estimación del PMI es la aplicación más conocida y utilizada, la entomología forense también nos puede dar información acerca de la identificación del origen geográfico de un estupefaciente, la determinación de malos tratos, la detección de sustancias tóxicas en cadáveres, la determinación del lugar de la muerte y de una eventual manipulación o transporte del cuerpo y en peritaciones sobre la determinación exacta de la procedencia de ciertos insectos en casos de acusación legal de diversa índole (Arnaldos et al., 2010).

Metodología general de la práctica

Para ayudar a la policía a resolver este caso necesitamos llevar a cabo una investigación de entomología forense en nuestro instituto. Esta práctica nos va a llevar varios días de trabajo, por lo que este guión se va a dividir en sesiones, tanto teóricas como prácticas, en función de las tareas que debáis realizar en cada sesión.

PRIMERA SESIÓN TEÓRICA

Antes de hacer la planificación de la investigación, es necesario que, por grupos de trabajo primero y de forma colectiva después, comentéis y lleguéis a un acuerdo sobre las siguientes cuestiones:

- 1-. ¿Cuál es el problema que se nos plantea?
- 2-. ¿Cuál es el objetivo de nuestra investigación?
- 3-. ¿Cuál o cuáles es/son nuestra/s hipótesis de trabajo? La investigación que vamos a llevar a cabo deberá confirmarla/s o rechazarla/s.

Metodología

Para llevar a cabo la investigación entomológica necesitamos fabricar y colocar una serie de trampas, haremos una por cada grupo de trabajo.

Elaboración de las trampas

Los materiales que necesitamos para fabricar las trampas son (**Figura 2**):

- Una botella vacía de agua de 1,5l.
- Un vaso de plástico.
- Un trozo de venda de algodón.
- Una goma elástica.
- Cinta adhesiva.
- Tijeras.
- Punzón fino o aguja.
- Cebo (comida fresca de gato).



Fig. 2

4-. Quítale el tapón a la botella y córtala con las tijeras aproximadamente a un palmo de distancia de la boca (**Figura 3**).

5-. Coloca el cebo dentro del vaso de plástico y tapa la boca del mismo con la venda. Fija la venda con la goma elástica para que quede segura (**Figura 4**).



Fig. 3



Fig. 4

6-. Introduce el vaso de plástico en la botella. Acopla la parte pequeña de la botella dentro de la grande, a modo de embudo. Rodea con cinta adhesiva la unión entre ambas partes para que queden fijadas (**Figura 5**).

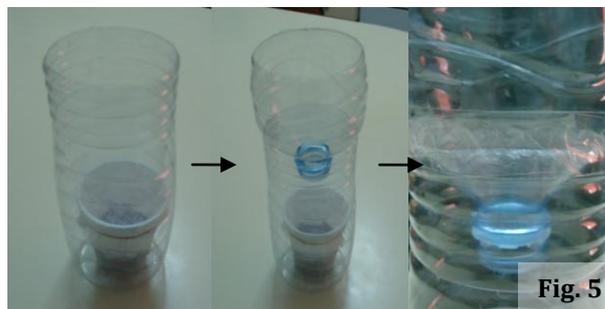


Fig. 5

7-. Con ayuda de un punzón fino o una aguja realiza unas pequeñas perforaciones en la botella para que salga el olor del cebo con mayor facilidad (no debe haber por ellos ningún insecto).

Colocación de las trampas

Una vez fabricadas las trampas, debéis colocarlas todas en la misma zona (vuestro profesor os explicará el porqué):

8-. En base a la información que nos proporciona el informe policial, ¿en qué zona de nuestro instituto sería recomendable poner las trampas? ¿Por qué? Justificad vuestra respuesta.

9-. Colocad vuestra trampa en la zona acordada. Si la colocáis en una zona con tierra, con la ayuda de una azada o una pala de jardinería enterrad levemente la base de la trampa en el suelo para fijarla (**Figura 6**).



Fig. 6

10-. Identificad correctamente vuestra trampa para poder diferenciarla de las del resto de grupos. Para ello debéis colocarle una etiqueta identificativa como la que se muestra a continuación (podéis usar una pegatina autoadhesiva o un trozo de papel y cinta adhesiva para pegarla en la trampa). Esta etiqueta debe ir escrita a lápiz para que si se moja siga siendo legible.

Nº de trampa:
Nombre del grupo:
Día de colocación:
Día de recogida:

La numeración de las trampas será según el orden de recogida de las mismas. En la zona donde se han colocado las trampas se debe colocar un termómetro que registre máximas y mínimas.

Planificación del muestreo y recogida de las trampas

Cada grupo recogerá su trampa en un día distinto (vuestro profesor os explicará por qué debéis hacerlo así). En esta primera sesión debéis rellenar la ficha 1 “Planificación” (ANEXO II) con la información de todas las trampas para que todos vosotros sepáis, en cualquier momento, en qué fase os encontráis del experimento.

11-. Cada grupo recogerá su trampa en su día correspondiente (en 5 minutos del periodo de recreo) de acuerdo a las indicaciones dadas por vuestro profesor para la recogida y almacenamiento de las mismas (refrigeración, etanol, etc.).

Debéis dividir el trabajo el día de la recogida de la trampa ya que tenéis que recogerla, anotar las temperaturas máxima y mínima (recordad que si el termómetro no es digital deberéis ponerlo a cero), dejar la zona como estaba inicialmente para minimizar el impacto en el medio, guardarla para su posterior procesamiento y completar la ficha 2 “Guía de campo” (ANEXO III).

PRIMERA SESIÓN PRÁCTICA

En esta sesión vamos a identificar y cuantificar mediante el uso de una clave dicotómica los artrópodos presentes en las trampas. Cada grupo trabajará con su trampa pero si acabáis pronto, debido al bajo número de ejemplares de vuestra trampa, ayudaréis en su tarea a vuestros compañeros de otros grupos.

Los materiales necesarios para esta sesión práctica son los siguientes:

- Pinzas.
- Pinceles nº2.
- Lupa binocular.
- Bandejas y botes de plástico.
- Etanol 70%.
- Regla.
- Mascarillas.
- Guantes.
- Clave dicotómica (ANEXO IV).
- Fichas 3, 4 y 5 (ANEXOS V, VI y VII).

Metodología

12-. Preparación de los individuos adultos para su identificación. Colocad los ejemplares en una bandeja con agua.

13-. Con ayuda de las pinzas, el pincel y la lupa binocular, separad a los ejemplares por grupos, por ejemplo en moscas, escarabajos y otros. A continuación, identificad todos los individuos adultos de vuestra trampa mediante la clave dicotómica proporcionada (ANEXO IV). Con la información de la identificación, debéis completar las fichas 3 *“Manual de identificación”* (ANEXO V) y 4 *“Resumen de identificación de adultos”* (ANEXO VI).

14-. Introducid todos los ejemplares adultos recolectados en un bote con etanol al 70% para su conservación. Ponedle dos etiquetas identificativas al mismo, una dentro y otra fuera, como la que se muestra a continuación. Recuerda que todas las etiquetas deben ir escritas a lápiz.

Nº de trampa:
Nombre del grupo:
Día de colocación:
Día de recogida:
<input type="radio"/> Adultos <input type="radio"/> Larvas

15-. Ahora vais a identificar y contabilizar los individuos en estado preimaginal. Quitad la venda que cubre el vaso de plástico y verted el contenido en una cubeta con agua, si es posible, caliente. Id cogiendo las larvas, medídlas con una regla e identificadlas con ayuda de la clave dicotómica (ANEXO IV). Si tenéis mucha diversidad de medidas dentro de una misma familia, agrupadlos por intervalos (ejemplo: larvas de *Muscidae* de 12-16mm). Las pupas debéis contarlas solamente pero, tened en cuenta que, algunas de ellas, pueden haber atravesado la venda y estar en el fondo de la botella. Observad en la **figura 7** el aspecto genral de las larvas de dípteros. Rellenad la ficha 5 “Resumen de preimaginales” (ANEXO VII).

NOTA: vamos a considerar que todas las larvas y pupas que encontremos son de dípteros.

16-. Introducid todas las larvas y pupas en otro bote diferente con etanol al 70%. Al igual que con el de adultos, ponedle dos etiquetas identificativas.

17-. Colocad vuestras muestras (botes) de forma ordenada en el lugar que os indique vuestro profesor.

18-. Limpiad el material utilizado y dejad ordenado el laboratorio.



Figura 7. Aspecto general de las pupas de dípteros. De izquierda a derecha se observa el oscurecimiento de las pupas debido a su mayor desarrollo. Tomado de Díaz y Kaufman (2013).

SEGUNDA SESIÓN PRÁCTICA

En esta sesión vais a llevar a cabo el análisis de los datos obtenidos en la sesión práctica anterior. Esta sesión la realizaremos en un aula con ordenadores.

Los materiales que necesitáis para esta sesión son las fichas 1, 2, 4 y 5 (ANEXOS II, III, VI y VII), completadas en las sesiones anteriores.

19-. Introducid todos los datos recogidos en las fichas 4 y 5 y los datos de temperatura anotados en la ficha 2 en una base de datos. Lo podéis hacer por grupos o en un documento online compartido para todos los grupos.

20-. Si en el paso anterior habéis creado un documento compartido, saltad al siguiente paso. Si no, una vez introducidos, debéis intercambiar vuestros datos con los de los demás grupos usando, por ejemplo, un *pen drive*.

20-. Representad, por grupos, en tablas o gráficas, según se indique, la información que se señala a continuación. En las gráficas, debéis elegir para cada caso la forma de representación que consideréis más oportuna, de acuerdo a la naturaleza de los datos a representar, puede haber más de una opción adecuada. Os podéis ayudar con la ficha 6 “*Tipos de gráficos más utilizados en Ciencias*” (ANEXO VIII). Usad los PMI que representan las diferentes trampas (calculados en la ficha 1), no los números de trampa o sus fechas de recogida. Debéis elaborar las siguientes tablas y gráficas:

- Gráfica: temperaturas máximas, mínimas y medias (debéis calcularlas) de todos los días.
- Varias gráficas: distribución de la abundancia (nº de ejemplares) de los diferentes órdenes/familias en cada trampa (1 gráfico/trampa).
- Varias gráficas: evolución del número de ejemplares de un mismo orden/familia a lo largo de toda la investigación, es decir, de todas las trampas (1 gráfico/orden-familia).
- Tabla: que recoja el desarrollo de la longitud del cuerpo de las larvas en función del tiempo y la presencia, o no, de pupas en el cebo.

- Gráfica: donde se represente la evolución de los grandes grupos de organismos (larvas, dípteros, coleópteros y otros artrópodos) implicados durante todo el estudio.
- Tabla: donde se incluyan los datos de todos los órdenes/familias encontradas (incluidas las larvas) y su número en cada una de las trampas. Podéis utilizar un código de colores para indicar la abundancia de ejemplares de cada orden/familia en cada trampa. Por ejemplo: <5 ejemplares se representa con amarillo, 5-10 ejemplares con naranja, 10-20 ejemplares con rojo, >20 ejemplares...

21-. Puesta en común de las diferentes representaciones gráficas escogidas por cada grupo para cada conjunto de datos. A modo orientativo, algunos de los temas que se podrían tratar en este apartado son:

- Análisis de la mayor o menor idoneidad de los gráficos realizados en relación a las características de los datos y a la información visual que se pretendía que proporcionara cada uno de ellos.
- Análisis de los gráficos realizados en cuanto a: cantidad de información (título, leyenda, nombre de los ejes, etc.), uso de colores, autonomía del gráfico,...

22-. Contestad, por grupos, las siguientes preguntas usando la información contenida en las gráficas y tablas que acabáis de elaborar:

1. Tras el estudio que habéis llevado a cabo, ¿podrías estimar el PMI de este caso? ¿En qué os deberíais fijar para determinarlo?

NOTA: uno de los parámetros abióticos que más influencia tiene sobre el proceso de descomposición es la temperatura ambiental. En el informe se nos proporciona la temperatura media de los días previos al descubrimiento del cadáver. Si la temperatura media de vuestro estudio es diferente, deberíais consultar la **tabla 1** “Influencia de la temperatura ambiental en el ciclo vital de algunas moscas” para hacer los ajustes oportunos si fuera necesario.

Tabla 1. Influencia de la temperatura ambiental en el ciclo vital de algunas moscas.

Tª ambiental	Retardo (-) o adelanto (+) en días			
	<i>Muscidae</i>	<i>Calliphoridae</i>	<i>Sarcophagidae</i>	<i>Piophilidae</i>
12,8°C	-6	-3	-4	-6
18,3°C	-2	-1	-2	-3
26,7°C	+1	+2	+1,5	+1
29,4°C	+3	+4	+3	+2

Modificado de Carloye (2003).

2. En función de los estados preimaginales, ¿cuál sería el PMI?
3. En función de la sucesión de adultos, ¿cuál sería el PMI?
4. ¿Coinciden ambas determinaciones del PMI? ¿Cuál es vuestra conclusión sobre el PMI de este caso?
5. El estudio que habéis llevado a cabo, ¿ha corroborado o ha rechazado la/s hipótesis que formulasteis en la primera sesión teórica?
6. Según el PMI que habéis calculado, ¿alguno de los tres sospechosos que tiene la policía podría ser el asesino? ¿Por qué? En caso afirmativo, ¿quién? ¿Amanda? ¿Julián? ¿Violeta?
7. ¿Creéis que podría aparecer un coleóptero de la familia *Staphylinidae* en el primer o segundo día tras la muerte? Justificad vuestra respuesta.
8. ¿Creéis que podría aparecer una larva de la familia *Calliphoridae* de 10mm en el día 12 después de la muerte?
9. ¿Encontráis alguna relación entre los contenidos teóricos estudiados sobre ecología y la progresión de organismos que ha tenido lugar en la descomposición? En caso afirmativo, ¿cuál/es? Explicadlo.
10. En el fundamento teórico de la práctica hablábamos de diferentes tipos de animales asociados a cadáveres que se iban sucediendo en el tiempo. Comprobad si esa sucesión ha tenido lugar o no a lo largo de la práctica. ¿Coinciden? ¿En el mismo orden? ¿A qué creéis que puede ser debido?

11. Por último, ¿qué creéis que pasaría si, por ejemplo, hubiéramos realizado esta práctica cerca de un campo de cultivo que está siendo fumigado con insecticidas rutinariamente? ¿Qué efecto podría tener sobre el proceso de descomposición de las zonas cercanas?

12. ¿Os habéis parado alguna vez a pensar cómo sería nuestro entorno si no existiera fauna sarcosaprófaga ni descomposición? ¿Creéis que es importante conservar la biodiversidad y el número de artrópodos? Justificad vuestra respuesta.

23-. Puesta en común.

24-. Elegid uno de los siguientes títulos para la elaboración del póster que expondréis en la última sesión de la práctica:

- Alumnos de 4º de Biología y Geología resuelven una investigación policial.
- CSI en el instituto.
- Relaciones tróficas y sucesión ecológica en cadáveres.
- ¿Sabes lo qué es la entomología forense?

Podéis hacerlo a mano o a ordenador. Si podéis, es preferible que lo hagáis con ordenador.

SEGUNDA SESIÓN TEÓRICA

En esta sesión vais a exponer los pósters realizados a vuestros compañeros de clase. Después, leeremos y comentaremos algún caso real de entomología forense.

Los materiales que necesitáis son vuestros propios pósters y la ficha 9 “*Evaluación del póster y la exposición*” (ANEXO XII), con la que valoraréis el póster y la exposición de vuestros compañeros.

25-. Exposición de los pósters realizados a los compañeros de clase. Id completando la ficha 9 para evaluar a vuestros compañeros.

26-. Lectura de algún caso real (ANEXO IX).

27-. TRABAJO PARA CASA. Elaborad, por grupos, un pequeño informe (máximo 5 páginas) sobre todo el trabajo realizado en esta práctica y los resultados y conclusiones extraídas del mismo. Ajustad el guión a los apartados de un artículo científico (resumen, introducción, materiales y métodos, resultados, discusión y conclusiones).

ANEXO II. Ficha 1. Planificación (grupal)

Nº trampa	Día colocación	Día recogida	Días después de la muerte
1			
2			
3			
4			
5			
6			

ANEXO III. Ficha 2. Guía de campo (grupal)

Nombre del grupo:	Nº trampa:
Componentes del grupo:	
Día de colocación:	
Día de recogida:	
Localización de la trampa:	
Climatología (soleado, nublado, llovizna, etc.) del día de recogida:	
Tª mínima:	Tª máxima:
Observaciones (cantidad de insectos alrededor de la trampa, olor, si le ha caído agua dentro, si estaba movida, etc.):	

ANEXO IV. CLAVE DICOTÓMICA DE IDENTIFICACIÓN DE FAUNA SARCOSAPRÓFAGA

Las claves dicotómicas son herramientas que permiten identificar a los organismos. Están organizadas en dicotomías, es decir, pares de afirmaciones contrapuestas. Su empleo consiste siempre en tomar una y solo una de las alternativas; hay que leer primero las dos afirmaciones y optar por una de ellas. La afirmación que se rechazó no se vuelve a contemplar en el desarrollo de la identificación.

Al final de esta clave tenéis fotografías de los diferentes grupos de animales. Las de los individuos adultos son de carácter ilustrativo, es decir, no sirven para la identificación de los ejemplares, la cual debe ser mediante la clave dicotómica.

- 1. - Ejemplares de forma agusanada (vermiforme) **2. Larvas de Dípteros**
- Ejemplares de forma no agusanada **4**

2. LARVAS DE DÍPTEROS

Antes de comenzar a identificar las larvas, debes conocer la morfología general de las mismas, la puedes observar en la **figura 8**.

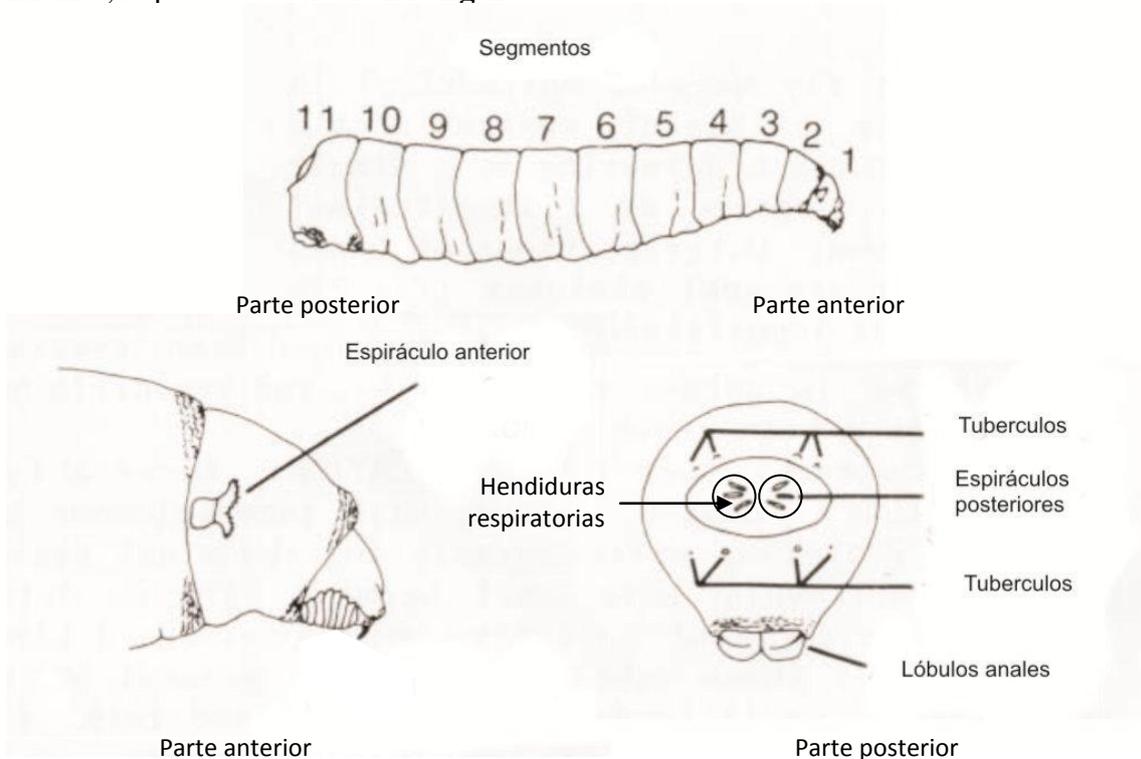


Figura 8. Morfología general de las larvas de dípteros. Modificado de Flores (2010).

- Aspecto del cuerpo liso. Espiráculos posteriores de color muy negro y hendiduras respiratorias posteriores sinuosas **Familia Muscidae (Fig. 9 y 10)**
- Aspecto del cuerpo rugoso, con anillos de pequeñas espinas a lo largo del cuerpo (ver **Fig. 9**).....**3**
- 3.** - Espiráculos posteriores encerrados en una cavidad y hendiduras respiratorias rectas con disposición casi vertical**Familia Sarcophagidae (Fig. 10 y 11)**
- Espiráculos posteriores no en una cavidad y hendiduras respiratorias rectas con disposición casi horizontal.....**Familia Calliphoridae (Fig. 10 y 11)**
- 4.** - Posee 3 pares de patas **5. Clase Insecta**
- Posee más de 3 pares de patas**19**
- 5. CLASE INSECTA**
- Posee un estrechamiento entre tórax y abdomen **6. Orden Hymenoptera**
- No posee ese estrechamiento entre tórax y abdomen.....**8**
- 6. Orden Hymenoptera**
- Cuerpo recubierto de pelo. Color anaranjado..... **Familia Apidae (abejas, Fig. 12)**
- Cuerpo no recubierto de pelo**7**
- 7.** - Color llamativo (amarillo y negro)**Familia Vespidae (avispas, Fig. 12)**
- Colores no llamativos (marrones o negros) y frecuentemente sin alas..... **Familia Formicidae (hormigas, Fig. 12)**
- 8.** - Final del abdomen en forma de pinza.....**O. Dermaptera. F. Forficulidae (tijeretas, Fig. 13)**
- Final del abdomen sin forma de pinza**9**
- 9.** - Alas coloreadas con escamas **Orden Lepidoptera (mariposas, Fig. 13)**
- Alas sin escamas**10**
- 10.** - Un par de alas membranosas (blandas)**11. Orden Diptera (moscas)**
- Dos pares de alas más o menos duras, pudiendo ser opacas**15**

11. Orden Diptera

- Color metalizado verde o azul.....**Familia Calliphoridae (Fig. 14)**
- Color no metalizado**12**

- 12.** - Bandas longitudinales en el tórax.....**13**
- Tórax sin bandas**14**

- 13.** - Abdomen ajedrezado (cuadros blancos y negros)..... **F. Sarcophagidae (Fig. 14)**
- Abdomen acaramelado..... **Familia Muscidae (Fig. 14)**

- 14.** - Tórax marrón..... **Familia Phoridae (Fig. 14)**
- Tórax negro **Familia Piophilidae (Fig. 14)**

- 15.** - Posee antenas muy largas (>2cm) **Orden Blattaria (cucarachas, Fig. 13)**
- Antenas cortas **16. Orden Coleoptera (escarabajos)**

16. Orden Coleoptera

- Élitros* muy cortos**Familia Staphylinidae (Fig. 15)**
- Élitros cubriendo, al menos, casi todo el abdomen.....**17**

- 17.** - Forma ovalada**18**
- Forma redonda, color negro brillante..... **Familia Histeridae (Fig. 15)**

- 18.** - Negruzcos, color blanco ventralmente**Familia Dermestidae (Fig. 15)**
- Color metalizado **Familia Cleridae (Fig. 15)**

- 19.** - Posee 4 pares de patas**20. Clase Arachnida**
- Posee 7 pares de patas**21. Clase Malacostraca**

20. CLASE ARACHNIDA

- Posee dos grandes apéndices en la cabeza en forma de pinza.
Morfología parecida a un escorpión **Orden Pseudoscorpionida (Fig. 16)**
- No posee esos apéndices **Orden Araneae (arañas, Fig. 16)**

21. CLASE MALACOSTRACA

Tórax dividido en 7 segmentos..... **O. Isopoda** (cochinillas de humedad, **Fig. 16**)

*Élitros: alas anteriores (superiores) modificadas por endurecimiento (esclerotización) de ciertos órdenes de insectos como los coleópteros y los heterópteros.

**FOTOGRAFÍAS
LARVAS DE DíPTEROS**

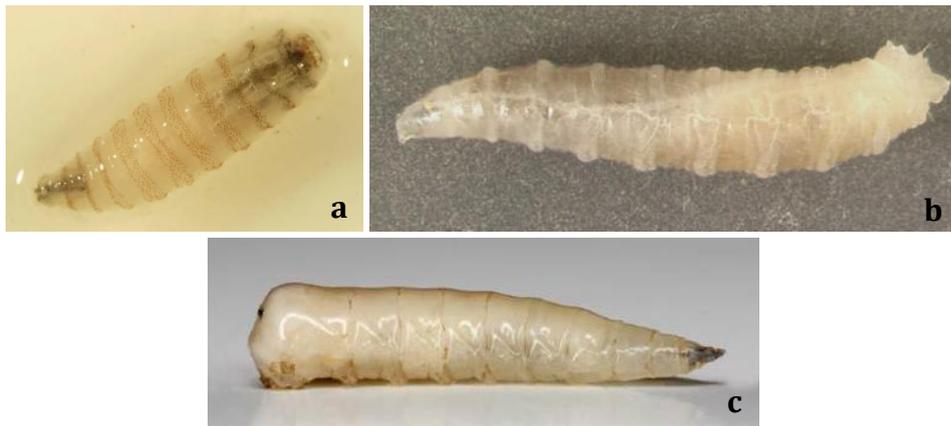


Figura 9. Aspecto general del cuerpo de larvas de moscas pertenecientes a las familias *Calliphoridae* (a), *Sarcophagidae* (b) y *Muscidae* (c). Tomado o modificado de Fehd (2005), Díaz y Kaufman (2013) y Nhm (2014).



Figura 10. Aspecto de los espiráculos posteriores y las hendiduras respiratorias de larvas de moscas pertenecientes a las familias *Calliphoridae*, *Sarcophagidae* y *Muscidae*. Tomado de Thyssen (2010).

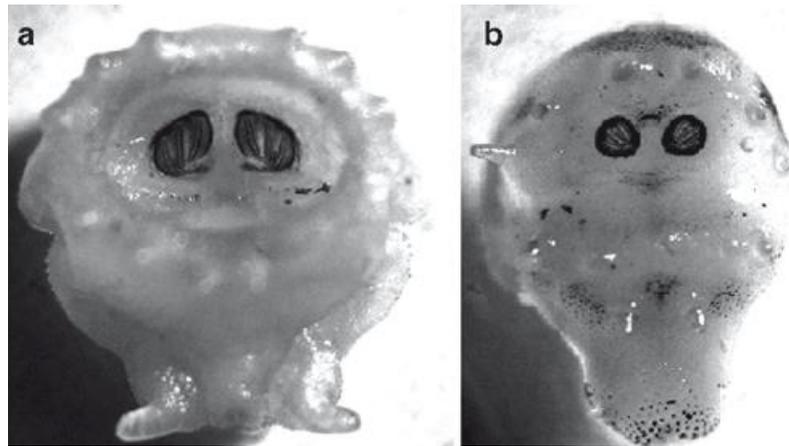


Figura 11. Aspecto de la parte posterior del cuerpo de una larva de mosca de la familia *Sarcophagidae* (a) y de la familia *Calliphoridae* (b). Tomado de Thyssen (2010).

ARTRÓPODOS ADULTOS

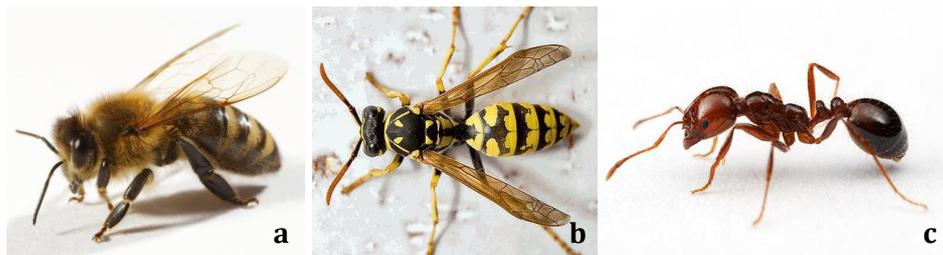


Figura 12. Artrópodos pertenecientes a la clase *Insecta*: ejemplar de la familia *Apidae* (a), *Vespidae* (b) y *Formicidae* (c). Tomado de Ecoosfera (2012), Sánchez (2010) y Beevoz (2013).



Figura 13. Artrópodos pertenecientes a diferentes órdenes: *Dermaptera* (Familia *Forficulidae*) (a), *Lepidoptera* (b) y *Blattaria* (c). Tomado de Toateanimalele (n.d.), Arentsen (2013) y Csiroentomology (n.d.).

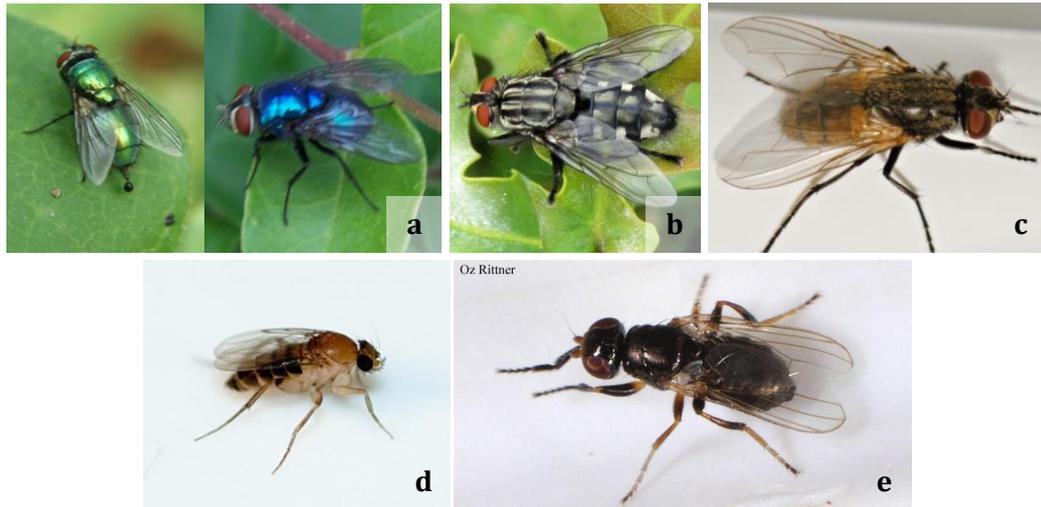


Figura 14. Ejemplares del orden *Diptera* pertenecientes a la familia *Calliphoridae* (a), *Sarcophagidae* (b), *Muscidae* (c), *Phoridae* (d) y *Piophilidae* (e). Tomado de Givernaud (2005), Cerutti (2013), Animalphotos (n.d.), Mucha (2012), Exmipamerican (n.d.) y Rittner (n.d.).

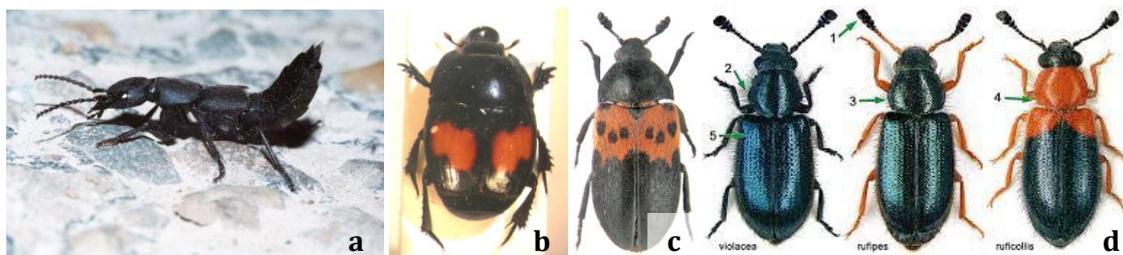


Figura 15. Ejemplares del orden *Coleoptera* pertenecientes a la familia *Sthaphylinidae* (a), *Histeridae* (b), *Dermestidae* (c) y *Cleridae* (d). Tomado de Insecte (2004), Peschel (2014), Smirnov (2006) y Entomologie (n.d.).

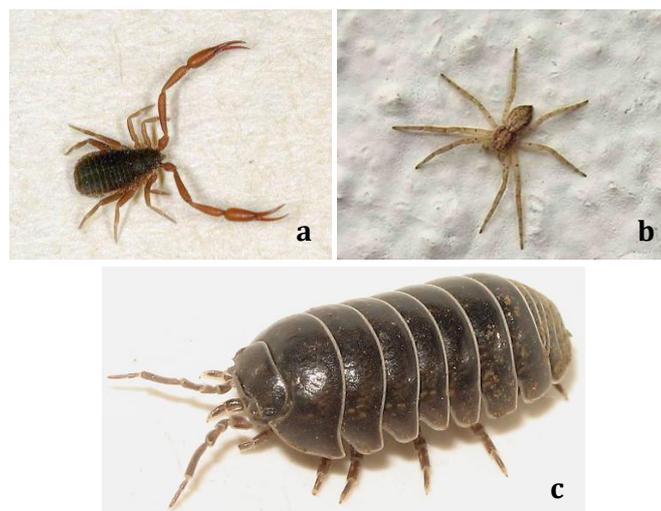


Figura 16. Ejemplares de la clase *Arachnida*: orden *Pseudoscorpionida* (a) y orden *Araneae* (b), y de la clase *Malacostraca*: orden *Isopoda* (c). Tomado de Miarroba (2010), Elías (2012) y Bugguide (2012).

ANEXO V. Ficha 3. Manual de identificación (individual)

En esta ficha debes anotar el camino seguido en la clave para identificar 4 ejemplares distintos (del total identificado por ti) de tu trampa y el orden o familia al que has llegado.

Pasos seguidos	Ejemplar 1	Ejemplar 2	Ejemplar 3	Ejemplar 4
Paso 1				
Paso 2				
Paso 3				
Paso 4				
Paso 5				
Paso 6				
Paso 7				
Paso 8				
Paso 9				
Paso 10				
Orden/Fam				

ANEXO VI. Ficha 4. Resumen de identificación de adultos (grupal)

En esta ficha debéis ir anotando todos los individuos adultos que vayáis identificando con la clave para, al final de la sesión, tener contabilizados todos los ejemplares de vuestra trampa.

Nombre del grupo	Trampa nº:
Componentes del grupo:	
Día de colocación:	
Día de recogida:	
Orden/Familia	Nº Ejemplares
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
TOTAL	

ANEXO VII. Ficha 5. Resumen de preimaginales (grupal)

Nombre del grupo:		Trampa nº:
Componentes del grupo:		
Día de colocación:		
Día de recogida:		
Familia	Nº larvas y longitud de las mismas (mm)	
1. Calliphoridae		
2. Sarcophagidae		
3. Muscidae		
Total larvas:		
Total pupas:		

ANEXO VIII. Ficha 6. Tipos de gráficos más utilizadas en Ciencias

Gráfico de columnas



Gráfico de líneas

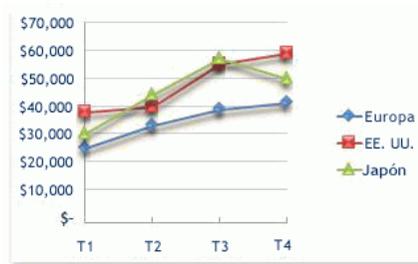


Gráfico de áreas

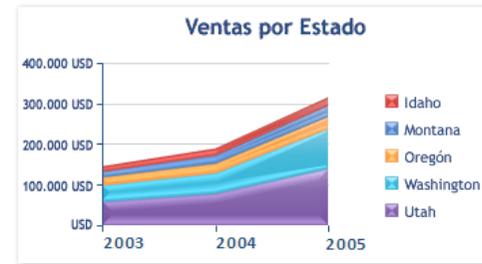
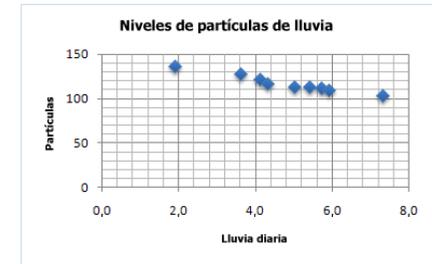
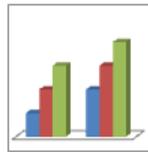


Gráfico de dispersión

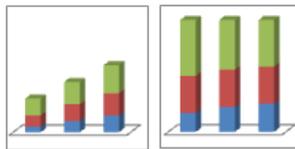


En donde las columnas se pueden presentar:

Agrupadas



Apiladas



En pirámides

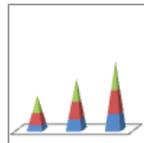


Gráfico de barras

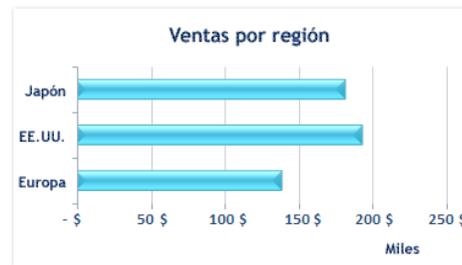


Gráfico de sectores



Con los mismos subtipos que los de columnas.

Figuras tomadas o modificadas de Microsoft (n.d.).

ANEXO IX. CASOS REALES DE ENTOMOLOGÍA FORENSE

I. Primer caso de entomología forense de la historia

El primer documento escrito de un caso resuelto por la entomología forense se remonta al siglo XIII en un manual de Medicina Legal chino referente a un caso de homicidio en el que apareció un labrador degollado por una hoz. Para resolver el caso, hicieron que todos los labradores de la zona que podían encontrarse relacionados con el muerto, depositasen sus hoces en el suelo, al aire libre, observando que tan solo a una de ellas acudían las moscas y se posaban sobre su hoja, lo que llevó a la conclusión de que el dueño de dicha hoz debía ser el asesino, pues las moscas eran atraídas por los restos de sangre que habían quedado adheridos al "arma" del crimen.

Tomado de Monografías (n.d.).

II. El insecto que delató a Luis Fernando Burgos

Aunque el cadáver de Maureen Hidalgo estuvo envuelto en bolsas de jardín por tres días en Zapote, Luis Fernando Burgos no contó con que un alambre de púas rompería el plástico y dejaría expuesta a su víctima.

En esa semana hubo temporal, por lo que las moscas no habían podido poner huevos, y salieron a buscar un lugar donde hacerlo apenas percibieron que la lluvia había cedido: en el día en el que Burgos se deshizo del cuerpo de su esposa.

Luego, en una pendiente de las Vueltas de Macho Chingo, en Atenas, se halló una bolsa rota y, dentro de ella, los restos.

Cuando John Vargas, entomólogo forense del OIJ, analizó las larvas, pudo determinar el momento en el que la mosca había colonizado el cuerpo: el 14 de julio del 2006. Por su parte, los expertos en Ciencias Forenses dictaminaron que Hidalgo había fallecido días antes, el 11 de julio del 2006.

“Lo importante de este caso es que Entomología brindó una prueba científica que le dio sustento a la hipótesis que tenía la Policía sobre cuándo había ido él a dejar el cuerpo, y también dio sentido cronológico al relato de los testigos”, señaló Vargas.

El entomólogo agregó: “La ausencia de larvas, antes del depósito del cuerpo en Atenas, demostró que estuvo embalado para no dejar rastros en la casa. Esto coincide con lo que dijo uno de los testigos durante el juicio. La pericia entomológica sostuvo toda la prueba testimonial del caso”. El 25 de setiembre del 2007, los jueces encontraron al defensor público Luis Fernando Burgos culpable del homicidio de su esposa Maureen Hidalgo, quien fue condenado a 35 años de prisión por homicidio y tenencia de armas. Burgos se suicidó en la cárcel.

Para Vargas, ese caso –que cumplió este año cinco años– marcó un antes y un después en la entomología forense en el país. Por un lado, se comprobó que la pericia está madura ya que pudo sostener el dictamen ante el embate de una defensa que el entomólogo calificó como “muy buena” y por otro lado, los jueces y los magistrados contaban con el conocimiento técnico necesario que les permitió hacer el análisis y sustentar su decisión.

Tomado de Soto (2012).

III. Insectos informantes

En una tarde de mediados de noviembre, la policía fue llamada para investigar un olor fétido que emanaba de una vivienda unifamiliar en el sureste de los Estados Unidos. No pasó mucho tiempo hasta que los funcionarios descubrieron una tumba poco profunda en el sótano de tierra de la casa, que contenía el cuerpo en estado de descomposición de una mujer joven.

De inmediato, fue evidente que la víctima había muerto de una herida de bala en la cabeza causada por un rifle de pequeño calibre. Un examen escrupuloso del cadáver y la excavación del suelo alrededor de la tumba por un entomólogo forense que trabajaba con la policía reveló la presencia de numerosas larvas y pupas de dos especies de moscas diferentes.

Los especímenes fueron recogidos de la escena y llevados al laboratorio para ser estudiados. También se analizó información sobre el tiempo y la temperatura del suelo con el fin de determinar las condiciones climáticas principales en el lugar de la muerte. A partir de la base de la biología del desarrollo de ambas especies de moscas en ese entorno, el entomólogo forense estimó que los ejemplares asociados al cuerpo estaban en su cuarta etapa del desarrollo. Se estimó que la víctima había muerto aproximadamente 28 días antes de la fecha en la que el cuerpo fue descubierto.

Esta información específica permitió a las autoridades que dirigían la investigación identificar a una mujer sospechosa que finalmente confesó haber matado a la víctima precisamente 28 días antes del momento en que se encontró el cadáver.

Traducido y modificado de Pbs (n.d.).

ANEXO X. Ficha 7. Evaluación de la metodología y el trabajo en el laboratorio de los alumnos

ASPECTOS A VALORAR		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6
Trampa	¿La han elaborado correctamente?						
	¿La han colocado correctamente?						
	¿Han hecho el debido registro (ANEXO III)?						
	¿La han guardado correctamente?						
	¿Han respetado la zona donde ha estado colocada?						
Etiquetado	¿Las etiquetas llevaban toda la información?						
	¿Estaban escritas a lápiz?						
	¿La etiqueta de la trampa estaba bien colocada?						
	¿Los botes de muestras tenían dos etiquetas?						
Material de laboratorio	¿Han hecho un correcto uso de él?						
	¿Lo han limpiado y guardado al terminar?						
	¿Han respetado las normas de seguridad?						
Clave dicotómica	¿Han identificado correctamente los adultos (ANEXO V)?						
	¿Han identificado correctamente las larvas?						
Organización	¿Han seguido el guión de la práctica?						
	¿Han dejado sus muestras ordenadas?						
Otros							

ANEXO XI. Ficha 8. Evaluación de la representación y el análisis de los datos

ASPECTOS A VALORAR		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6
Gráficas	¿Los tipos elegidos son adecuados para los datos?						
	¿Poseen título? ¿Es adecuado?						
	¿Tienen nombre los ejes? ¿Son correctos?						
	¿Se ha hecho un buen uso del color y el tamaño?						
	¿Son autónomas?						
	¿Han usado el PMI para las elaborarlas?						
Tablas	¿Permiten ver las relaciones que se requerían?						
	¿Poseen la suficiente cantidad de información?						
	¿Son autónomas?						
	¿Han usado el PMI para elaborarlas?						
Análisis e interpretación de resultados	¿Saben dónde buscar la información que necesitan?						
	¿Comprenden la información de las gráficas y tablas?						
	¿Hacen un análisis reflexivo de los resultados?						
	¿Son capaces de elaborar conclusiones?						
	¿Elaboran conclusiones coherentes con sus resultados?						
Otros							

ANEXO XII. Ficha 9. Evaluación del póster y la exposición

Grupo evaluador:		Grupos evaluados				
ASPECTOS A VALORAR		Grupo	Grupo	Grupo	Grupo	Grupo
Póster	¿El contenido es adecuado al título del mismo?					
	¿Es atractivo visualmente?					
	¿Está dividido en apartados? ¿Son adecuados?					
	¿Posee lenguaje científico?					
	¿Hay errores conceptuales?					
	¿La expresión escrita es correcta?					
	¿Hay faltas de ortografía?					
Exposición	¿Se expresan de forma correcta verbalmente?					
	¿Usan un vocabulario adecuado?					
	¿Usan terminología científica?					
	¿Comprenden lo que dicen?					
Otros aspectos						
Calificación final						

9. REFERENCIAS DE LOS ANEXOS

- Animalphotos. (n.d.). *Flesh fly. Sarcophaga carnaria*. Recuperado el 6 de junio de 2014, de <http://www.animalphotos.me/insect6/fly-flesh.htm>.
- Arentsen, H. (2013). *Snout months (Pyrilidae)*. Recuperado el 6 de junio de 2014, de <http://www.gardensafari.nl/english/pyralids.htm>.
- Arnaldos, M.I., García, M.D. y Presa, J.J. (2010). *Entomología médico-legal. Asignatura: Entomología Forense. Máster Universitario en Ciencias Forenses*. Murcia: Universidad de Murcia. Recuperado de <http://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/20258/1/EFentomologiamedicolegal.pdf>.
- Beevoz. (2013). *Increíble vídeo: El arte de la "hormiga de fuego" o "Fire ant"* Recuperado el 6 de junio de 2014, de <http://www.beevoz.com/2013/12/13/increible-video-el-arte-de-la-hormiga-de-fuego-o-fire-ant/>.
- Bugguide. (2012). *Armadillidiidae? - Armadillidium vulgare*. Recuperado el 6 de junio de 2014, de <http://bugguide.net/node/view/619213>.
- Carloye, L. (2003). Of maggots & murder: forensic entomology in the classroom. *The American Biology Teacher*, 65(5), 360-366.
- Cerutti, J.D. (2013). *Mosca azul (Calliphora vicina)*. Recuperado el 6 de junio de 2014, de <http://www.ecoregistros.com.ar/site/imagen.php?id=30959>.
- Csiroentomology. (n.d.). *Blattidae*. Recuperado el 6 de junio de 2014, de http://www.ento.csiro.au/education/insects/blattodea_families/blattidae.html.
- Díaz, L. A. y Kaufman. (2013). *Sarcophaga crassipalpis. Description*. Recuperado el 6 de junio de 2014, de http://entnemdept.ufl.edu/creatures/misc/flies/sarcophaga_crassipalpis.htm.
- Ecoosfera. (2012). *¿Cómo se ve un piquete de abeja de cerca?* Recuperado el 6 de junio de 2014, de <http://www.ecoosfera.com/2012/06/como-se-ve-un-piquete-de-abeja-de-cerca/>.
- Elías, B. (2012). *Suero contra la mordedura de araña debe colocarse en las primeras 12 horas*. Recuperado el 6 de junio de 2014, de http://www.rpp.com.pe/2012-05-11-suero-contr-la-mordedura-de-arana-debe-colocarse-en-las-primeras-12-horas-noticia_481159.html.

- Entomologie. (n.d.). *Cleridae Buntkäfer*. Recuperado el 6 de junio de 2014, de <http://www.entomologie-stuttgart.de/ask/node/9&auswahl=690&menu=habitus>.
- Exmipamerican. (n.d.). *Mosca jorobada o Phorida. Familia Phoridae*. Recuperado el 6 de julio de 2014, de <http://exmip-american.com.mx/elemento.php?seccion=5&articulo=13>.
- Fehd. (2005). *Chrysomya bezziana larvae*. Recuperado el 13 de junio de 2014, de http://www.fehd.gov.hk/english/safefood/photo_page2/Calliphoridae/Chrysomya%20bezziana%20larva.html.
- Flores, R. (2010). *El orden Diptera*. Recuperado el 13 de junio de 2014, de <http://entomologia-forense-mexico.blogspot.com.es/>.
- García-Rojo, A.M. (2004). Estudio de la sucesión de insectos en cadáveres en Alcalá de Henares (Comunidad Autónoma de Madrid) utilizando cerdos domésticos como modelos animales. *Aracnet, Boletín S.E.A.*, 34, 263-269.
- Givernaud, L. (2005). *Index albums photos. Dipteres*. Recuperado el 6 de junio de 2014, de <http://www.duanrevig.com/Insectes/Dipteres/slides/Calliphoridae%20calliphora%20vicinaMouche%20bleur.html>.
- Industriaslaford. (n.d.). *Información de las moscas*. Recuperado el 6 de junio de 2014, de <http://industriaslaford.net/plagas/moscas.html>.
- Insecte. (2004). *Staphylinidae*. Recuperado el 6 de junio de 2014, de <http://www.insecte.org/forum/viewtopic.php?f=1&t=836>.
- Magaña, C. (2001). La entomología forense y su aplicación a la medicina legal. Data de la muerte. *Aracnet, Boletín S.E.A.*, 28, 49-57.
- Miarroba. (2010). *Galería de elmoruna. Pseudoescorpión*. Recuperado el 6 de junio de 2014, de <http://fotos.miarroba.es/elmoruna/5-pseudoescorpion/>.
- Microsoft. (n.d.). *Tipos de gráficos disponibles*. Recuperado el 10 de junio de 2014, de <http://office.microsoft.com/es-es/excel-help/tipos-de-graficos-disponibles-HA001233737.aspx>.
- Monografías. (n.d.). *La historia de la entomología forense*. Recuperado el 18 de mayo de 2014, de <http://www.monografias.com/trabajos65/historia-entomologia-forense/historia-entomologia-forense.shtml>.
- Mucha, F. (2012). *Musca domestica? Musca domestica (female)*. Recuperado el 6 de junio de 2014, de http://www.diptera.info/forum/viewthread.php?thread_id=46266&pid=201671.

- Nhm. (2014). *NaturePlus: Curator of Diptera's blog*. Recuperado el 13 de junio de 2014, de <http://www.nhm.ac.uk/natureplus/blogs/diptera-blog/tags/larvae>.
- Pbs. (n.d.). *Crime scene creatures. Case 1: Insect informants*. Recuperado el 18 de mayo de 2014, de <http://www.pbs.org/wnet/nature/episodes/crime-scene-creatures/case-files/297/>.
- Peschel, R. (2014). *Margarinotus bipustulantus*. Recuperado el 6 de junio de 2014, de <http://www.histeridae.de/>.
- Rittner, O. (n.d.). *Serie Hzbubaim Diptera*. Recuperado el 6 de junio de 2014, de <http://israel-nature-site.com>.
- Sánchez, F. (2010). *Picaduras de avispa y de insectos*. Recuperado el 6 de junio de 2014, de <http://enanyto28.blogspot.com.es/2010/08/picaduras-de-avispa-y-de-insectos.html>.
- Smirnov, M. (2006). *Dermestes Vorax Motsch*. Recuperado el 6 de junio de 2014, de <http://www.zin.ru/animalia/coleoptera/rus/dervorms.htm>.
- Smith, J. (2010). *Acidilla. Expresiones faciales (caretos). Nena pilioja*. Recuperado el 8 de junio de 2014, de <http://jistoriasdesmith.blogspot.com.es/>.
- Soto, M. (2012). *El insecto que delató a Luis Fernando Burgos*. Recuperado el 18 de mayo de 2014, de http://www.nacion.com/archivo/insecto-delato-Luis-Fernando-Burgos_0_1299270079.html.
- Thyssen, P.J. (2010). Chapter 2: Keys for identification of immature insects. En J. Amendt (Ed.), *Current concepts in forensic entomology* (pp. 25-42). Sao Paulo: Springer.
- Toateanimalele. (n.d.). *Urechelnita (Forficula auricularia)*. Recuperado el 6 de junio de 2014, de <http://toateanimalele.ro/Insecte/Urechelnita/Urechelnita.php>.

