



Universidad de Jaén
Centro de Estudios de Postgrado

Trabajo Fin de Máster

Centro de Estudios de Postgrado

ESTUDIO DE LOS DIFERENTES APARATOS DIGESTIVOS EN LOS PRINCIPALES GRUPOS ANIMALES DE INVERTEBRADOS

Alumno/a: Hernández Yera, Manuel

Tutor/a: Prof. D. Joaquín Abolafia Cobaleda
Dpto: Biología Animal, Biología Vegetal y
Ecología

Octubre, 2021

INDICE

RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
INTRODUCCIÓN.....	7
BLOQUE 1: FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICA.....	9
1. Estudios previos a cerca del sistema digestivo en invertebrados.	9
2. Los distintos aparatos digestivos en los principales filos de invertebrados.	11
2.1. Definición y origen embrionario del aparato digestivo.	11
2.2. Aparato digestivo en Porifera.	12
2.3. Aparato digestivo en Cnidaria.....	14
2.4. Aparato digestivo en Echinodermata.	15
2.5. Aparato digestivo en Nematoda.	19
2.6. Aparato digestivo en Arthropoda.	21
2.6.1. Clase Arachnida.	22
2.6.2. Subfilo Crustacea.	23
2.6.3. Clase Hexapoda.	24
2.7. Aparato digestivo en Platyhelminthes.	26
2.8. Aparato digestivo en Mollusca.....	27
2.9. Aparato digestivo en Annelida.....	28
3. Utilidad práctica y enfoque didáctico.....	29
3.1. Utilidad práctica.	29
3.2. Las ideas previas.....	30
BLOQUE 2: PROPUESTA DIDÁCTICA.	33
1. Título de la Unidad Didáctica	33
2. Justificación de la propuesta didáctica.....	33
2.1. Marco legislativo de referencia.....	33
2.1.1. Legislación educativa a nivel nacional:	33
2.1.2. Legislación educativa a nivel autonómico:	33

2.2. Adscripción de la propuesta educativa a la correspondiente etapa, ciclo y nivel educativo.	34
3. Contextualización del centro y del alumnado.	34
3.1. Situación geográfica y enseñanzas impartidas.	34
3.2. Organización de espacios y tiempos.	36
3.3. Contexto socio-cultural y económico.	37
4. Objetivos.	38
4.1. Objetivos generales de etapa.	38
4.2. Objetivos de área.	39
4.3. Objetivos Didácticos.....	40
5. Contenidos.	40
6. Competencias clave.	41
7. Elementos transversales.	43
8. Metodología.	43
9. Temporalización y recursos.	45
9.1. Recursos y materiales.	46
9.2. Secuenciación y descripción de las actividades.	46
10. Evaluación.	53
10.1. Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje.	53
10.2. Sistema de evaluación.....	54
10.3. Instrumentos de evaluación.....	55
10.4. Criterios de calificación.	55
11. Atención a la diversidad.	56
CONCLUSIONES.	57
REFERENCIAS.	58
ANEXO I. Diseño de las diferentes actividades propuestas.	66
ANEXO II. Rúbricas de evaluación.	77
ANEXO III. Examen escrito sobre los contenidos teóricos de la Unidad Didáctica.	80

Antes de comenzar la lectura del presente documento, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Según las recomendaciones de la Real Academia Española de la Lengua, a lo largo de todo el documento se hace uso del masculino como genérico y sin ninguna connotación sexista (ver <https://www.rae.es/espanol-al-dia/los-ciudadanos-y-las-ciudadanas-los-ninos-y-las-ninas> y <http://www.rae.es/noticias/el-pleno-de-la-rae-suscribe-un-informe-del-academico-ignacio-bosque-sobre-sexismo>).
- Las citas del texto, figuras, tablas y referencias bibliográficas se han realizado acorde a la 7ª edición de las normas APA (ver <https://normas-apa.org/>).
- Durante el desarrollo de la Unidad Didáctica presente en este Trabajo de Fin de Máster, se presupone una situación hipotética en la que no existirán restricciones ni limitaciones a consecuencia de la pandemia de la COVID-19.

RESUMEN.

En el presente trabajo fin de máster, se lleva a cabo el desarrollo de una unidad didáctica destinada al estudio de los distintos modelos de aparatos digestivos que existen en el reino animal, así como sus principales relaciones con la función de nutrición, y con otros sistemas relacionados. Esta Unidad correspondería a la asignatura de Biología y Geología de 1º de Bachillerato

En primer lugar, se realiza una revisión teórica sobre los contenidos referentes a los distintos aparatos digestivos existentes en los principales grupos de invertebrados y se justifica la necesidad del aprendizaje de estos contenidos. La enseñanza de los mismos, no solo radica en el hecho de pertenecer al currículo educativo, sino que su conocimiento y comprensión tiene trascendencia en el estudio de otras ramas de las ciencias biológicas y es importante y necesario para el futuro desarrollo profesional de los alumnos de la modalidad de ciencias.

En segundo y último lugar, se procede al desarrollo de la propuesta didáctica que está implicada en el proceso de aprendizaje de estos contenidos, así como los objetivos derivados del mismo, y las estrategias que se consideran más adecuadas para lograrlo.

PALABRAS CLAVE: Aparato digestivo, Invertebrados, Nutrición, Aprendizaje cooperativo, Recursos informáticos.

ABSTRACT.

In this master's thesis, a didactic unit is developed to study the different models of digestive apparatus that exist in the animal kingdom, as well as their main relationships with the function of nutrition, and with other related systems. This unit would correspond to the subject of Biology and Geology in the 1st year of the Baccalaureate.

First of all, a theoretical review is made of the contents referring to the different digestive apparatuses existing in the main groups of invertebrates and the need to learn these contents is justified. The teaching of these contents is not only due to the fact that they belong to the educational curriculum, but also because their knowledge and understanding is important for the study of other branches of the biological sciences and is important and necessary for the future professional development of students in the science modality.

Secondly and finally, we proceed to the development of the didactic proposal involved in the learning process of these contents, as well as the objectives derived from it, and the strategies considered most appropriate to achieve it.

KEY WORDS: Digestive system, Invertebrates, Nutrition, Cooperative learning, Computer resources.

INTRODUCCIÓN.

El presente Trabajo de Fin de Máster está enmarcado en el Máster en Profesorado de Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, concretamente, en la especialidad de Biología y Geología, y realizado en la Universidad de Jaén.

En la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y en Bachillerato se enseña una pequeña clasificación de los principales grupos o filos de animales que se conocen actualmente, siendo éstos los siguientes: Porifera, Cnidaria, Platyhelminthes, Nematoda, Mollusca, Annelida, Arthropoda, Echinodermata y Chordata (concretamente el subfilo Craniata). Además, en el estudio de las funciones vitales de los animales, se da una visión general de sus sistemas y órganos digestivos, además de unas pinceladas acerca de la fisiología de los distintos órganos y anatomía comparada entre los distintos grupos.

Esta memoria se divide en dos grandes bloques, ambos centrados en el estudio del aparato y órganos digestivos que se conocen en los principales grupos de animales invertebrados, anteriormente mencionados (todos a excepción del filo Chordata).

En el primer bloque, se aborda la cuestión desde el punto de vista epistemológico, haciendo una revisión de la literatura científica conducente al estado actual de la cuestión. El estudio de los distintos aparatos digestivos se realizará desde el punto de vista fisiológico y de la anatomía comparada. El criterio utilizado para seleccionar los principales grupos animales sobre los que se va a exponer el tema en cuestión, será el de los distintos Filos de animales (anteriormente enumerados) que se exponen en la unidad didáctica titulada “La clasificación de la vida” de la asignatura de Biología y Geología del curso 1º de Bachillerato, que se encuentra englobada en el “Bloque 4. La biodiversidad”, según lo establecido en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, a nivel nacional, y en la Orden de 15 de enero de 2021 de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

En el segundo bloque, se procederá al desarrollo del tema mediante una proyección didáctica, de manera que se desarrollará la Unidad Didáctica titulada *Nutrición en los animales I: Aparatos digestivo y circulatorio*, correspondiente a la asignatura Biología y Geología del curso 1º de Bachillerato, perteneciente al “Bloque 6. Los animales: sus funciones y adaptaciones al medio”, según lo establecido en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, a nivel nacional, y en la Orden de 15 de enero de 2021 de la Comunidad Autónoma de Andalucía. En esta unidad didáctica se estudiarán, desde el punto de vista anatómico y fisiológico, los principales procesos implicados en la nutrición de los animales, así como los distintos modelos de sistemas y órganos implicados en las etapas de ingestión-digestión y transporte o circulación de sustancias.

BLOQUE 1: FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICA.

1. Estudios previos a cerca del sistema digestivo en invertebrados.

El origen de la gran mayoría de los primeros filos animales que conforman el actual reino Metazoa tienen su origen en la denominada Explosión Cámbrica (Dunn *et al.*, 2014), pero según Erwin (2020), recientes estudios del registro fósil evidencian que el reino Metazoa se diferenció del filo Choanoflagellatea (reino Protistas) en una etapa anterior al periodo Cámbrico (periodo Toniano-Criogeniano).

En la actualidad, los distintos grupos animales se clasifican utilizando tanto rasgos morfológicos distintivos (Eernisse *et al.*, 1992; Nielsen *et al.*, 1996) como análisis molecular (Field *et al.*, 1988). A pesar de esto, sigue existiendo bastante controversia respecto a la clasificación y diferenciación de ciertos clados y taxones, debido a que no existen suficientes estudios filogenéticos que apoyen su clasificación, por lo que en los últimos años han ido surgiendo distintas clasificaciones y árboles filogenéticos (Dunn *et al.*, 2014; Giribet, 2016; Giribet *et al.*, 2007; Giribet y Edgecombe, 2020). En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se representa uno de los árboles filogenéticos más recientes.

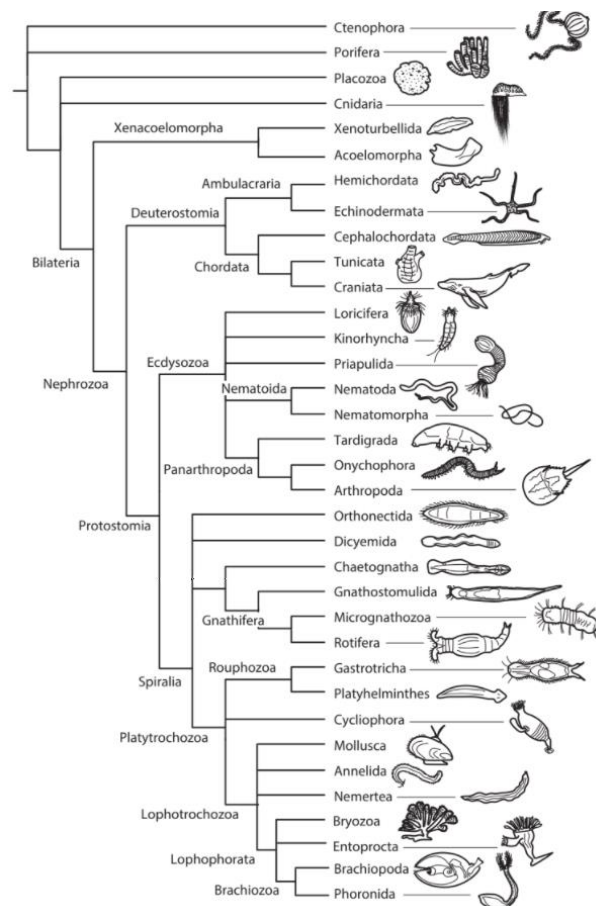


Figura 1. Árbol filogenético más reciente en el que se engloban a todos los filos pertenecientes al reino Metazoa, más aceptados en la actualidad como resultado de la unión de distintos estudios filogenéticos (Giribet y Edgecombe, 2020).

Centrándonos únicamente en aquellos grupos principales que se van a tratar en el presente trabajo, el sistema digestivo más primitivo se presenta en Porifera (Hartenstein y Martínez, 2019; Steinmetz, 2019), cuyos últimos estudios más relevantes se centran en la anatomía, la diversidad del sistema digestivo y los tipos de alimentación (Cavalcanti y Klautau, 2011; Godefroy *et al.*, 2019).

Continuando con la escala de complejidad, se encontraría Cnidaria (Hartenstein y Martínez, 2019; Steinmetz, 2019), cuyos estudios más relevantes tratan sobre la histología y organización anatómica del aparato digestivo (Di Camillo *et al.*, 2006; Steinmetz *et al.*, 2017).

Seguidamente, en Echinodermata, los estudios más relevantes se centran en la investigación sobre distintos tipos celulares enteroendocrinos, en los mecanismos de regeneración del aparato digestivo, o en el estudio de ciertas estructuras epónimas (Dolmatov, 2020; García-Arrarás *et al.*, 2019; Lawrence, 2001).

En cuanto a Nematoda, los estudios más recientes respecto al sistema digestivo se basan en el estudio molecular en relación con el desarrollo y la evolución del intestino y en la presencia de nuevas ultraestructuras en el intestino (Annunziata *et al.*, 2019; Fedyaeva y Tchesunov, 2021).

Siguiendo en la escala de complejidad, en lo referente al filo Arthropoda, los estudios más relevantes se deben al estudio de la histología y estructura del sistema digestivo en arácnidos (Klann y Alberti, 2010; Talarico *et al.*, 2011), al estudio de la estructura del aparato digestivo en crustáceos (Muhammad *et al.*, 2012; Štrus *et al.*, 2019) y al estudio histológico y macroestructural del intestino en hexápodos (Rost-Roszkowska *et al.*, 2010; Zhang *et al.*, 2015; Zheng *et al.*, 2016).

Respecto al filo Platyhelminthes, los más recientes estudios se deben al estudio de microscopía electrónica del epitelio intestinal de algunas especies en relación con la capacidad regenerativa de los platelmintos (Bertemes *et al.*, 2020; Okano *et al.*, 2015; Schadt *et al.*, 2021).

Aumentando en la escala de complejidad, en Mollusca, recientes estudios hacen referencia a la estructura y funcionamiento del sistema digestivo (Gallardo *et al.*, 2017; Lobo-da-Cunha, 2019).

Por último, en filo Annelida, los estudios más relevantes respecto al sistema digestivo se deben al estudio molecular en relación con el desarrollo y la evolución del intestino (Annunziata *et al.*, 2019; Boyle y Seaver, 2010).

2. Los distintos aparatos digestivos en los principales filos de invertebrados.

2.1. Definición y origen embrionario del aparato digestivo.

Estructuralmente hablando, un sistema digestivo se podría definir como una invaginación con forma de saco o de tubo que proviene de la propia pared del cuerpo, y que por lo general está sellada o aislada del exterior por esfínteres y otras estructuras, si bien es cierto que este sistema, como tal, no está presente en todos los filos animales. Funcionalmente hablando, se podría decir que un sistema digestivo es la parte del cuerpo mediante la cual se ingieren los alimentos y se absorben los nutrientes, aunque esta última característica no es exclusiva de este sistema, ya que los nutrientes también pueden ser absorbidos por otros tejidos, como la epidermis (Schmidt-Rhaesa, 2007).

Respecto al origen embrionario del aparato digestivo, tanto en el caso de los animales diblásticos (los que sólo tienen endodermo y ectodermo durante su desarrollo embrionario), como en animales triblásticos (además de las dos capas embrionarias mencionadas anteriormente, también desarrollan mesodermo), éste se desarrolla a partir de las células del endodermo (Figura 2), si bien es cierto que las partes terminales del mismo (boca y ano en el caso de tenerlos), se desarrollarían a partir de las células del ectodermo (Arendt *et al.*, 2001; Burton, 2008; Schmidt-Rhaesa, 2007).

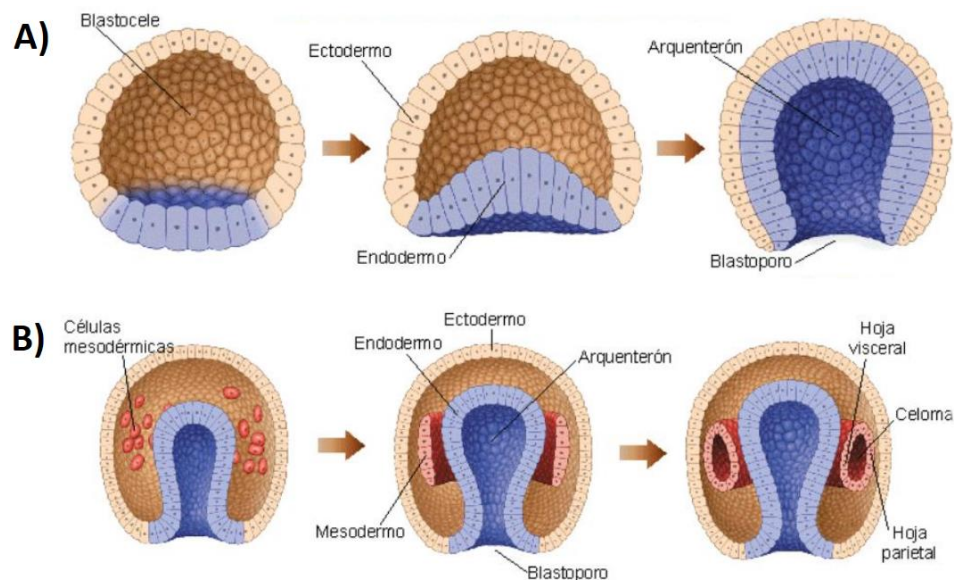


Figura 2. Gastrulación en animales diblásticos (A) y triblásticos (B) (Regodón, 2003).

2.2. Aparato digestivo en Porifera.

Los poríferos o esponjas, son un grupo de animales marinos y sésiles, que realmente no tienen un aparato digestivo como tal. Su mecanismo de captación del alimento se basa en una red de canales y cámaras internos, que recorren todo el cuerpo del animal, llamado sistema acuífero, y que constituyen una gran unidad de bombeo y filtración del agua, mediante la cual estos animales captan el alimento (Ereskovsky y Lavrov, 2021; Godefroy *et al.*, 2019). Además de carecer de órganos digestivos propiamente definidos, los poríferos carecen de células fagocíticas que conformen un epitelio intestinal, sino que prácticamente todas las células que recubren al animal y muchas de las que se encuentran en los canales internos, participan en la captación del alimento (Ereskovsky y Lavrov, 2021).

La estructura del sistema acuífero consistiría en un sistema continuo de conductos o tubos que se ramifican de forma variable y que conducirían el agua desde los ostiolos (poros laterales) hasta el ósculo (gran poro en la parte superior) (Ereskovsky y Lavrov, 2021).

El proceso de captación y digestión del alimento en los poríferos es llevado a cabo mediante unas células especializadas llamadas coanocitos, que se agrupan formando una capa denominada coanodermo. El coanodermo se localiza revistiendo los canales internos del animal, en estructuras denominadas canales de coanocitos que, según la clase, familia o género, pueden tener distinta disposición y forma (véase más abajo en los tipos de organización del sistema acuífero). Respecto a los coanocitos, son células flageladas, que están en contacto directo con el agua y se encargan de atrapar las partículas de alimento que se encuentran en ésta (Ereskovsky y Lavrov, 2021; Godefroy *et al.*, 2019).

La digestión en los poríferos se realiza de forma meramente intracelular. Mediante los flagelos de los coanocitos, los poríferos pueden crear un flujo de agua, que entra en el animal mediante los ostiolos y recorre sus canales interiores hasta salir por el ósculo. La captación de alimento se lleva a cabo mediante la filtración del agua, quedando las partículas en suspensión atrapadas en un conjunto de microvellosidades localizadas en la parte apical de la célula. Una vez atrapado el alimento, este es fagocitado y entra en el interior de estas células mediante vacuolas digestivas, en las que se lleva a cabo una digestión mediada por enzimas digestivas. Además de los coanocitos, existen otros dos tipos celulares denominados pinacocitos (células epiteliales de revestimiento) y amebocitos (células con capacidad móvil del interior del animal) que también tienen capacidad fagocítica y digestiva, aunque suelen intervenir en menor medida en este proceso (Ereskovsky y Lavrov, 2021; Godefroy *et al.*, 2019).

En los poríferos, existen distintos grados de complejidad del sistema acuífero (Figura 3). Algunos de ellos son típicos de una sola clase, mientras que otros podemos

encontrarlos representados en las cuatro clases típicas del filo¹. Estos niveles de complejidad, de menor a mayor, son los siguientes (Cavalcanti y Klautau, 2011; Ereskovsky y Lavrov, 2021; Godefroy *et al.*, 2019):

- **Asconoides:** Este tipo estructural del sistema acuífero se caracteriza porque los ostiolos están conectados, de forma directa, con una gran cavidad central del interior de la esponja (espongocelo), la cual está tapizada con una única capa de coanocitos. En este tipo están ausentes las cámaras de coanocitos.
- **Siconoides:** En ellos se pueden encontrar, una serie de túbulos radiales, tapizados mediante coanocitos, que conectan los ostiolos con el espongocelo, en lugar de revestir éste directamente. Este tipo de organización permite al animal aumentar más la superficie de absorción de alimento.
- **Sileíbios:** En este tipo se puede encontrar que los ostiolos conectan directamente con cámaras de coanocitos, propiamente dichas, que a su vez desembocan en el espongocelo, el cual no contiene coanocitos.
- **Leuconoides:** Este tipo se caracteriza por contener una red de cámaras de coanocitos esféricas que a su vez están conectadas entre sí y con los ostiolos y el espongocelo mediante pequeños canales. La particularidad de este tipo de organización permite a la esponja disminuir el flujo de entrada del agua y facilitar así, la filtración del alimento.
- **Solenoides:** Este último tipo está formado por una red de tubos interconectados y, a su vez, tapizados por coanocitos (cámaras de coanocitos tubulares), que desembocan en un espongocelo con ausencia de coanocitos.

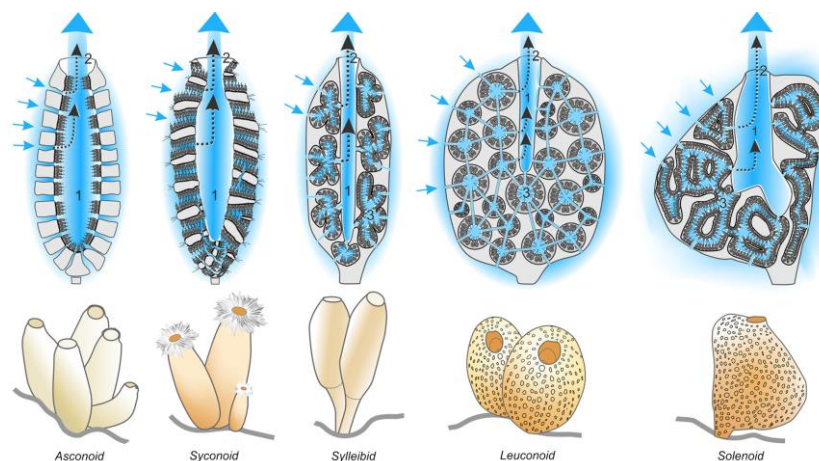


Figura 3. Representación esquemática de los distintos niveles de organización del sistema acuíferos encontrados en poríferos. Se representa con flechas el flujo del agua dentro del espongocelo (1) y a través del ósculo (2). En los niveles más complejos, el agua atraviesa primero las cámaras de coanocitos (3) (Godefroy *et al.*, 2019).

¹ Dentro del filo Porifera, se encuentra 4 clases: Hexactinellida, Demospongiae, Calcarea, Homoscleromorpha (Godefroy *et al.*, 2019).

2.3. Aparato digestivo en Cnidaria.

Los Cnidarios (medusas y pólipos) son organismos marinos muy simples que carecen de órganos y aparatos. Su cuerpo está constituido, únicamente, por tres capas: la epidermis y gastrodermis, que son dos capas celulares, la primera en la parte externa del animal, y la segunda en la cavidad interna; y entre medias de ambas capas, se localiza la mesoglea, que es una capa no celular, de textura gelatinosa, que actúa como tejido de sostén (Figura 4) (Berzins *et al.*, 2021; Hickman *et al.*, 2009).

En los cnidarios, como se ha mencionado anteriormente, no se puede diferenciar un auténtico aparato digestivo como tal, pero sí es cierto que están provistos de una cavidad interna que actúa como una cavidad gastrovascular (Slobodkin y Bossert, 2010; Steinmetz, 2019; Steinmetz *et al.*, 2017). Esta cavidad interna se denomina colenterón y está tapizada por una única capa de células, la gastrodermis (Berzins *et al.*, 2021). En algunos casos, en las paredes de la cavidad gastrovascular, se pueden encontrar unos filamentos gástricos, denominados mesenterios, que son pliegues de la mesoglea y se intercalan entre el gastrodermo y cuya función es aumentar la superficie de absorción del mismo (Berzins *et al.*, 2021). El colenterón está unido con el exterior por una única abertura que actúa a la vez de boca y ano (Slobodkin y Bossert, 2010).

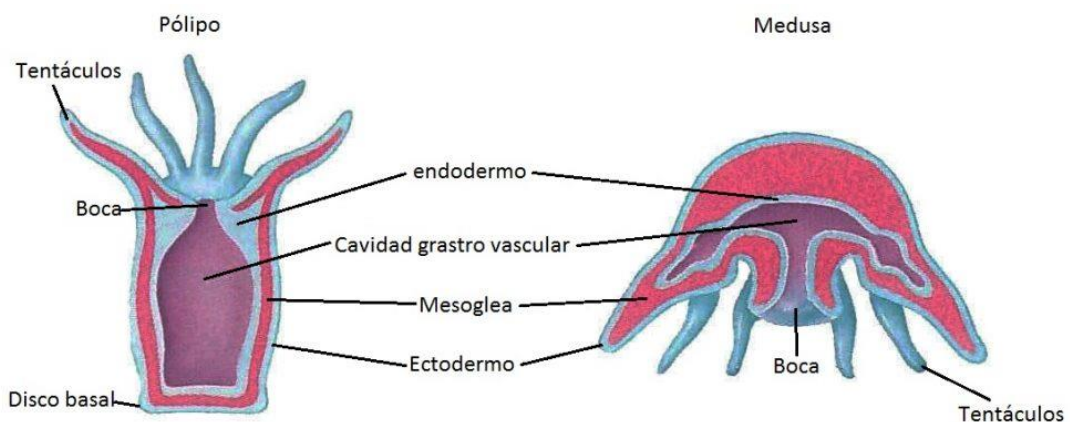


Figura 4. Esquema general de la estructura corporal de las formas más típicas de los cnidarios. Recuperada de: <https://leerciencia.net/los-cnidarios-medusas-anemonas-hidras-y-corales/>

En cnidarios la digestión es mixta. Primeramente, el animal atrapa a sus presas (son animales carnívoros) con sus tentáculos, gracias a unas células especializadas, denominadas cnidocitos, que contienen toxinas que paralizan a las presas. Acto seguido, el pólipo o medusa arrastra a su presa hacia la cavidad bucal y la introduce en el colenterón. Una vez dentro, las células glandulares del gastrodermo secretan enzimas digestivas que comienzan la digestión extracelular del alimento. Una vez terminada este tipo de digestión, las propias células del gastrodermo fagocitan los fragmentos resultantes y comienzan en su interior la digestión intracelular, mediante

más enzimas digestivas en el interior de lisosomas. Una vez finalizados ambos procesos, el animal vuelve a expulsar por la boca (que en esta ocasión actuaría de ano) los desechos de la digestión (Hickman *et al.*, 2009).

2.4. Aparato digestivo en Echinodermata.

Los equinodermos son animales marinos, más complejos que los anteriormente comentados, que sí disponen de un verdadero aparato digestivo.

El esquema general del aparato digestivo de este filo estaría compuesto por las siguientes partes: boca, esófago, estómago, intestino y ano. Sin embargo, en cada una de las distintas clases que conforman el filo, existen ciertas diferencias y la ausencia de alguna de las partes (Hickman *et al.*, 2009; Newton y Dennis, 2021).

La clase Asteroidea (estrellas de mar) constituye un grupo de animales mayormente carnívoros. Como se puede observar en la Figura 5, la boca se encuentra en la cara oral (posición ventral). La boca se une a un gran estómago, que se localiza en el disco central, mediante un corto esófago. El estómago, está subdividido en dos mitades: la parte inferior o cardíaca, que se encuentra más cerca de la boca, y la parte superior o pilórica. El estómago pilórico contiene unos conductos que se extienden por cada uno de los brazos del animal, y que a su vez acaban en un par de ciegos pilóricos, que tienen la función de glándulas digestivas. Desde la terminación del estómago pilórico, aparece un intestino corto, que tiene pequeños ciegos intestinales para aumentar la superficie de absorción. Por último, el intestino desemboca en un ano, que se localiza en la cara aboral (posición dorsal), por donde salen los desechos. Es posible que en algunas especies de asteroideos esté ausente el intestino y el ano (Hickman *et al.*, 2009; Newton y Dennis, 2021).

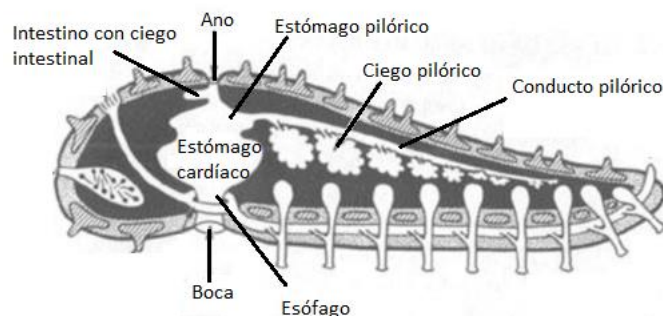


Figura 5. Imagen esquemática de un corte longitudinal de una estrella de mar en la que se representa el disco central y una pata. Se pueden observar, señaladas, las distintas partes que constituyen su sistema digestivo (Hickman *et al.*, 2009).

En la clase Ophiuroidea (ofiuras), que también son carnívoros, la boca también se localiza en posición ventral, pero a diferencia del resto de clases, ésta está rodeada por

placas móviles que actuarían como mandíbulas. El estómago se localiza exclusivamente en el interior del disco central, y tiene forma de saco y sin extensiones (Figura 6), ya que los brazos de estos animales son muy delgados como para contener partes de algún órgano. Otra particularidad es que carecen de intestino y de ano, por lo que las sustancias de deshecho se expulsan por la boca (Hickman *et al.*, 2009; Newton y Dennis, 2021).

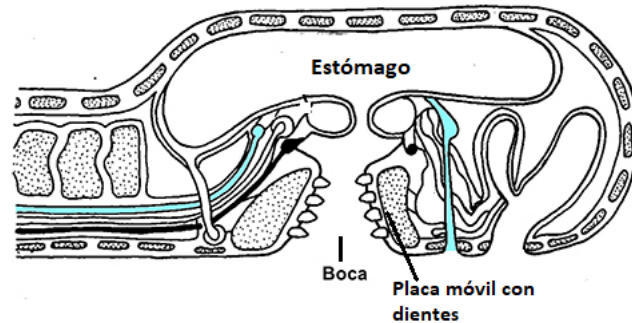


Figura 6. Imagen esquemática de un corte longitudinal de una ofiura en la que se representa el disco central y parte de una pata. Se observan, señaladas, las distintas partes de su aparato digestivo. Recuperado de: <https://litoraldegranada.ugr.es/el-litoral/el-litoral-sumergido/fauna/equinodermos/ofiuroides/>

En la clase Echinoidea (erizos de mar), como se puede observar en la Figura 7, la boca, que también se encuentra en posición ventral, está redada por cinco dientes convergentes y estos, a su vez, están conectados a una estructura denominada linterna de Aristóteles, que actúa de aparato masticador. El tubo digestivo se localiza enrollado en el interior del caparazón y está compuesto por un esófago que conecta con un alargado estómago y este, a su vez, continúa por un intestino que desemboca en el ano, en posición dorsal. El esófago y el intestino también están conectados directamente por un sifón ciliado, cuya función es la de evitar que el agua pase por el estómago, y de esta manera permite concentrar los alimentos para su digestión. La gran mayoría de equinodermos son omnívoros, pero su dieta se basa, sobre todo, en algas y otras sustancias que van raspando con sus dientes en la superficie marina (Hickman *et al.*, 2009; Newton y Dennis, 2021).

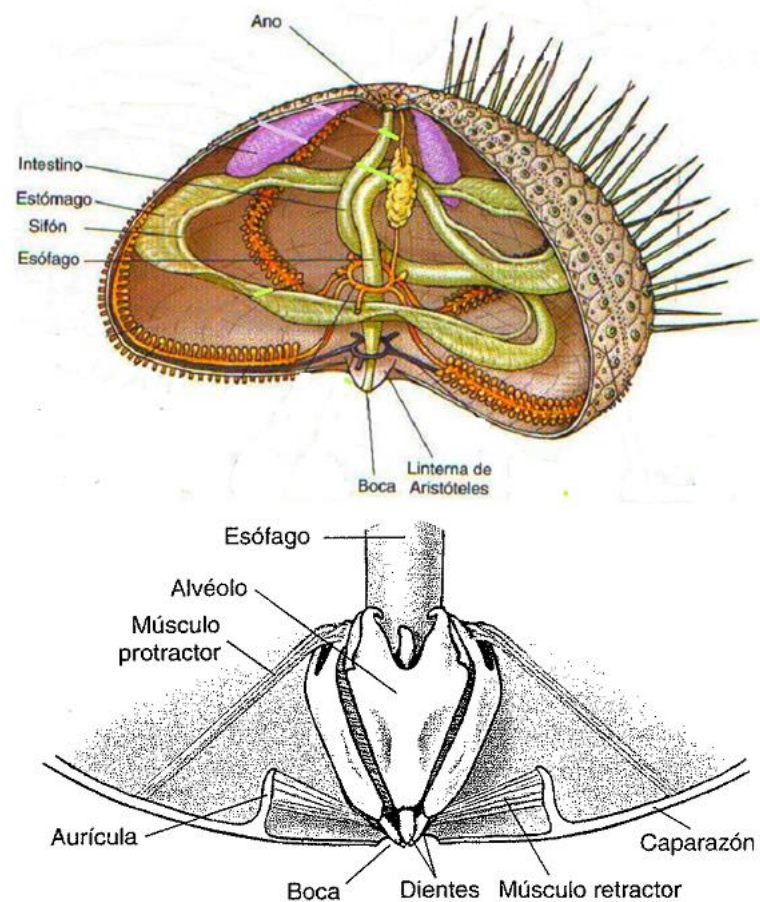


Figura 7. Arriba, representación esquemática del interior de un erizo de mar, en el que se señalan las distintas partes del aparato digestivo. Abajo, una representación gráfica más detallada de la linterna de Aristóteles, con sus distintas partes (Hickman *et al.*, 2009).

Las especies de la clase Holothuroidea (pepinos de mar), son animales alargados que se apoyan sobre el sustrato de forma lateral, a diferencia del resto de clases. En esta clase, como se muestra en la Figura 8, la boca se encuentra en la parte anterior del animal, y a menudo está rodeada por unos pequeños tentáculos que constituyen el podio bucal. El tubo digestivo tiene una estructura bastante similar al de los equinoideos, con faringe (carece de sifón), estómago alargado, intestino y ano. Además, en estos animales, el intestino desemboca en una cloaca muscularizada, situada en la parte posterior, donde también converge el árbol respiratorio, y ambos dan a parar al ano (Hickman *et al.*, 2009; Newton y Dennis, 2021).

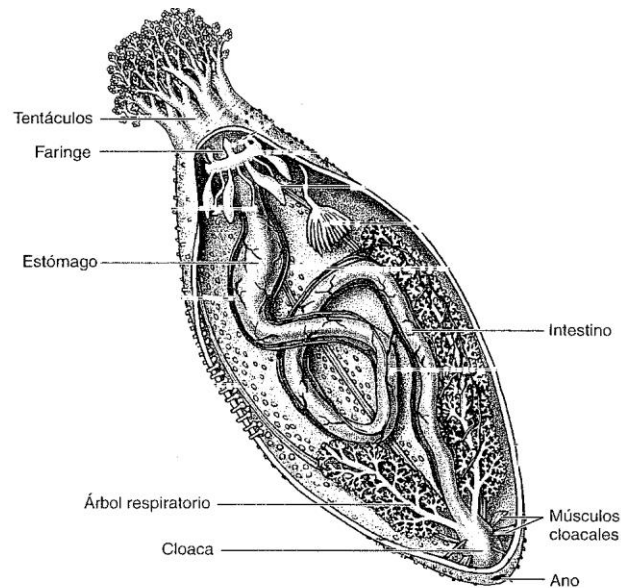


Figura 8. Representación esquemática del interior de un pepino de mar. En él aparecen señaladas las distintas partes del sistema digestivo (Hickman *et al.*, 2009).

Por último, en la clase Crinoidea (lirios de mar), como puede verse en la Figura 9, la boca es un orificio que se localiza en el centro de la cara dorsal del animal. El tubo digestivo está constituido únicamente por un corto esófago que se une directamente con un largo intestino, el cual contiene divertículos (pequeños saquitos que se forman en el revestimiento interno del intestino). El intestino da la vuelta completa y desemboca en el ano, que también se encuentra en posición dorsal, y que en algunos crinoideos puede encontrarse sobre una chimenea anal cónica (Hickman *et al.*, 2009; Newton y Dennis, 2021).

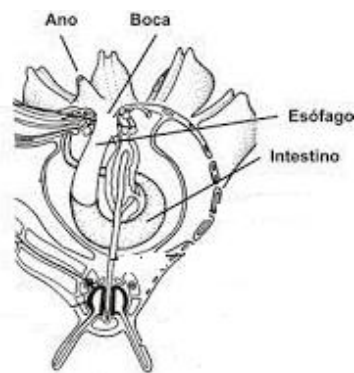


Figura 9. Representación esquemática del interior de un lirio de mar, en el que se señalan las distintas partes del aparato digestivo (Hickman *et al.*, 2009).

En el filo Echinodermata, al existir un aparato digestivo con órganos especializados, la digestión se realiza íntegramente de manera extracelular, teniendo lugar en el estómago, y la absorción de los nutrientes en el intestino (excepto en los

ofiuroideos). En algunas especies de asteroideos, puede existir una pequeña digestión intracelular en las células de los ciegos pilóricos (Hickman *et al.*, 2009).

2.5. Aparato digestivo en Nematoda.

Los nematodos son un amplio grupo conocido comúnmente como gusanos redondos, que tiene modos de vida muy variados (parásitos, de vida libre terrestres o acuáticos) y que también tienen una alimentación muy variada. Al ser animales triblásticos, presentan un aparato digestivo bien definido, formado por distintos órganos especializados (Poinar, 2010). Aunque el filo se compone de más de 25.000 especies diferentes hasta la fecha (Hickman *et al.*, 2009) y todas ellas con sus respectivas peculiaridades, la estructura del aparato digestivo (Figura 10), en general, está bastante conservada (Hickman *et al.*, 2009; Poinar, 2010).

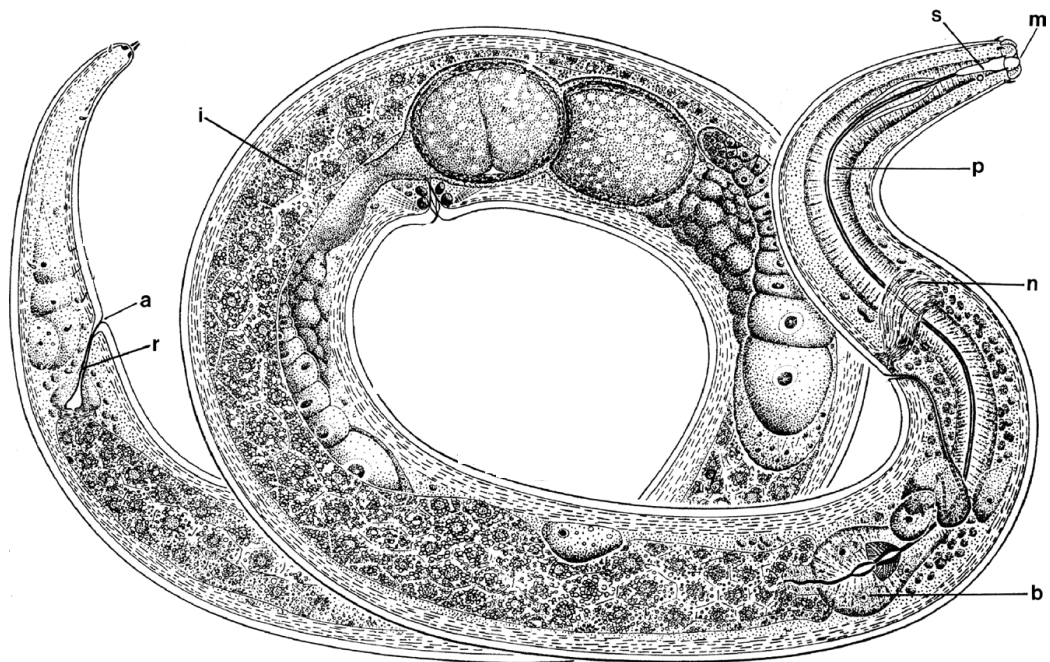


Figura 10. Representación gráfica del interior de una hembra de nematodo. Las distintas partes del sistema digestivo están señaladas con letras: boca (m), estoma (s), faringe (p), anillo nervioso (n), bulbo basal (b), intestino (i), recto (r) y ano (a) (Poinar, 2010).

La estructura general que sigue el sistema digestivo en los nematodos está compuesta por las siguientes partes (Abolafia y Peña-Santiago, 2007; Hickman *et al.*, 2009; Poinar, 2010):

- Estoma o boca: se localiza en la parte más anterior del tracto digestivo y generalmente está tapizada por células de la cutícula. La estructura del estoma es ampliamente variable en este filo, debido a la gran variedad de tipos de

alimentación que existen. Según la estructura que encontremos, podremos determinar el tipo de alimentación de la especie: por ejemplo, los nematodos depredadores suelen presentar un estoma grande con dientes o, un estilete grueso; los que se alimentan de células vegetales u hongos presentan un estilete muy fino; mientras que los que se alimentan de microorganismos (bacterias, microalgas), normalmente tienen un estoma con forma tubular o con pequeños denticulos.



Figura 11. Microfotografías de la parte anterior de diferentes especies de nematodos, en los que se pueden observar distintos tipos de estomas, adaptados a distintos hábitos alimenticios. A: estoma con forma tubular de *Panagrolaimus rigidus* (baceteriófago); B: estoma con dentede *Mylochulus sigmaturus* (depredador); C: estoma con estilete fino de *Criconemoides sp.* (fitoparásito); D: estoma con estilete grueso de *Dorylaimus geraerti* (depredador).

- Faringe (Figura 12.a): se localiza entre el estoma y el intestino y su función es la de transportar el alimento entre estos dos órganos. Está compuesta por músculos situados de forma radial, lo que permite que la faringe actúe como una bomba succionadora del alimento. Otra particularidad es que, debido a la ausencia de un estómago, la faringe presenta una serie de glándulas secretoras que intervienen en la digestión extracelular. La faringe normalmente está dividida en dos o tres segmentos:
 - El corpus es la parte más anterior de la faringe. En algunos grupos, esta parte se encuentra más alargada, formándose, en algunas ocasiones, también un metacorpus o bulbo medio.
 - El istmo es la parte intermedia de la faringe —en algunos casos no está diferenciada— que normalmente se encuentra rodeada por un anillo nervioso.
 - El bulbo basal, en algunos grupos, o expansión faríngea, en otros, es la parte terminal de la faringe y, en el caso del bulbo basal, presenta unas válvulas que impiden que el alimento vuelva a salir del cuerpo.

- El intestino: es un tubo con forma cilíndrica, compuesto por una única capa de células, que ocupa casi todo el largo del animal, desde la faringe hasta el recto. Está compuesto por una región anterior ventricular, una sección media o intestino propiamente dicho, y una región rectal posterior (Figura 12.b). La superficie de la capa celular que tapizan la luz del intestino presenta microvellosidades, que aumentan la superficie de absorción de nutrientes. En la unión del intestino con el recto, se encuentra un esfínter.
- Ano: es la parte terminal del tubo digestivo, que se localiza en la parte posterior del animal. En los machos, el ano está sustituido por una abertura cloacal, en la que converge también el sistema reproductor.

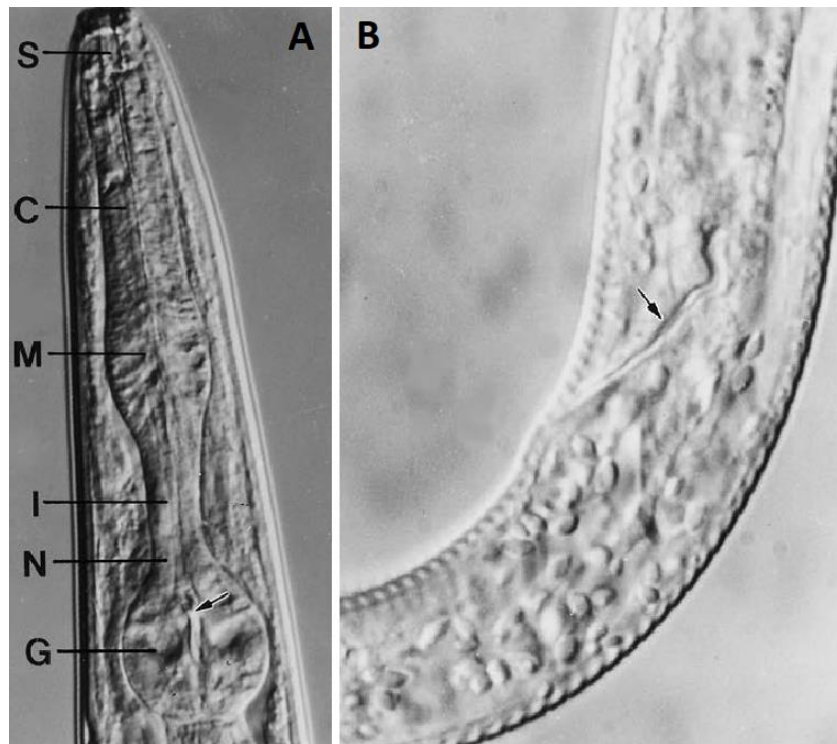


Figura 12. Microfotografía de la zona anterior (A) y posterior (B) de un nematodo. En la parte anterior (A) se observan las distintas partes de la faringe: estoma (S), corpus (C), metacarpus (M), istmo (I), anillo nervioso (N), glándula del bulbo basal (G). La flecha señala a la válvula del bulbo basal. En la imagen de la zona posterior (B), con la flecha se señala al recto. (Poinar, 2010).

2.6. Aparato digestivo en Arthropoda.

El filo Arthropoda es el más amplio de todos y, actualmente, es el que mayor diversidad comprende del Reino Animal. Por ello, para el estudio del sistema digestivo típico de este filo, se va a dividir en los tres principales grupos que lo conforman.

2.6.1. Clase Arachnida.

A este grupo pertenecen las arañas, escorpiones, ácaros y garrapatas, entre otros. Poseen un tubo digestivo bien desarrollado, compuesto por distintos órganos especializados.

La forma de alimentación de los arácnidos, se basa generalmente en la liberación de enzimas digestivas sobre o en el interior de la presa, tras lo cual succionan los líquidos de los tejidos blandos predigeridos (Hickman *et al.*, 2009).

Los arácnidos poseen un par de apéndices anteriores, situados en la zona de la boca, denominados quelíceros² (Hickman *et al.*, 2009), los cuales pueden tener funciones diversas, según los distintos órdenes dentro de esta clase. Sin embargo, la función más relacionada con la nutrición y el aparato digestivo de estos apéndices, es la que permite a estos animales agarrar, desgarrar y o triturar el alimento. Los arácnidos utilizan los quelíceros como pinzas que les permiten poder sujetar a sus presas para luego alimentarse de ellas (en el caso de los escorpiones, utilizan otros apéndices distintos, con forma de pinza, para esta función). Además, algunos órdenes de arácnidos, como las arañas, disponen de glándulas de veneno que están directamente conectadas al extremo de los quelíceros, y con éstos pueden inyectar el veneno a las presas para matarlas o paralizarlas, y posteriormente alimentarse de ellas. También, algunos grupos de arácnidos (como algunas arañas y ácaros) disponen de unos pequeños dientes en los quelíceros que les permiten morder, triturar y desgarrar a sus presas antes de comérselas (Foelix, 2010; Hickman *et al.*, 2009).

Para el estudio de la anatomía del tubo digestivo típico de los arácnidos, se va a utilizar al orden Araneae como modelo anatómico (Figura 13), ya que este es el orden más conocido y amplio dentro de esta clase (Hickman *et al.*, 2009).

El cuerpo de los arácnidos está formado por dos grandes partes, el prosoma (cefalotórax) y el opistosoma (abdomen) que, en el caso de las arañas, están claramente divididas. En el prosoma se localizan la boca, faringe, esófago, estómago y la primera mitad del intestino. En el opistosma se localizan el resto del intestino y el ano. La apertura bucal de las arañas se localiza en el prosoma (cefalotórax) y está formada por cuatro partes: dos maxilas a ambos lados, el rostrum en la parte frontal y el labium en la parte trasera. La boca conecta directamente con una faringe aplanada que consiste en una pared delantera (rostrum) y una trasera (labium) móviles, y está revestida por placas cuticulares. En el interior de la faringe existen muchas hendiduras pequeñas cubiertas de pequeños dientes que tienen la función de microfiltros. La fuerte musculatura de la faringe permite que ésta actúe como una bomba de vacío, para permitir la succión de los líquidos de las presas. La faringe se continúa por un

² Esta característica es distintiva del Subfilo Chelicerata, dentro del cual se engloba la clase Arachnida, junto a otras más que no se comentan en este trabajo.

estrecho esófago que desemboca en el estómago succionador o bombeador, cuya musculatura permite que el alimento avance a través de todo el tubo digestivo. Tras el estómago, se sitúa el intestino, que se extiende entre el prosoma y el opistosoma. En esta última parte, el intestino presenta una serie de ramificaciones unidas a glándulas digestivas. La parte final del intestino desemboca en una cámara cloacal, en la cual se acumulan los desechos de la digestión y la excreción, que salen al exterior por el ano, situado en la parte posterior del opistosoma (Foelix, 2010).

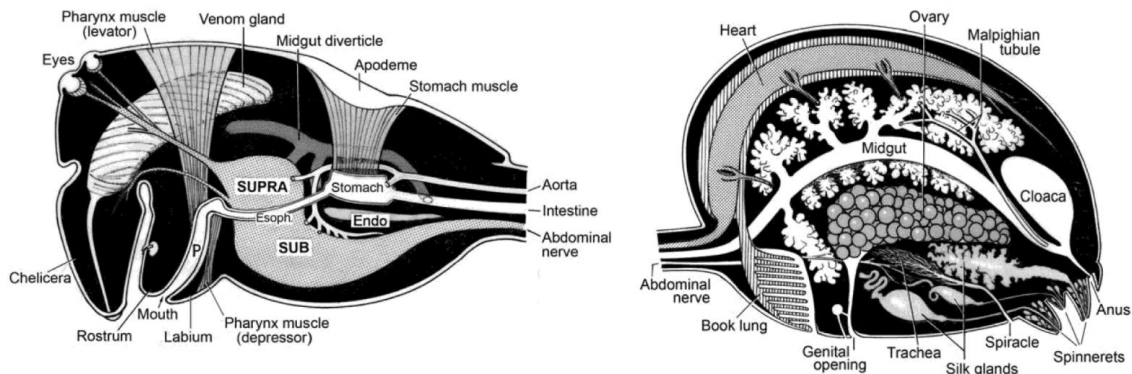


Figura 13. Imagen esquemática de un corte transversal de araña. A la izquierda se representa todas las estructuras internas del prosoma y a la derecha, se representan todas las estructuras internas del opistosoma. Se pueden ver señaladas los distintos órganos que componen el aparato digestivo: quelícero (chelicera), boca (motuh) y sus partes (rostrum y labium), faringe (P), esófago (Esoph.), estómago (stomach), intestino (intestine), midgut (intestino medio), cloaca, ano (anus). (Foelix, 2010)

2.6.2. Subfilo Crustacea.

Los crustáceos son amplio grupo de artrópodos, mayormente acuáticos, que tienen distintos tipos de alimentación, y en función de esto, va a depender la existencia de ciertas estructuras relacionadas con la nutrición. Sin embargo, todos los crustáceos utilizan el mismo grupo de apéndices bucales para su alimentación: las mandíbulas y maxilas, implicadas en la trituración e ingestión; los maxilópodos que intervienen en el desmenuzamiento y sujeción; y en el caso exclusivo de aquellos crustáceos depredadores, también intervienen los quelípedos, que son un par de patas marchadoras modificadas en forma de pinza, para poder capturar el alimento (Hickman *et al.*, 2009; Mantel, 2012).

El sistema digestivo de los crustáceos está compuesto por tres partes principales o regiones: el estomodeo o intestino anterior, formado por la boca, esófago y estómago; el mesenteron o intestino medio, el cual contiene el canal intestinal y los ciegos intestinales dorsal y lateral; y el proctodeo o intestino posterior, que comprende la región terminal del tubo intestinal, el recto y el ano. El mesenteron, se caracteriza por tener unas ramificaciones laterales ciegas (ciegos intestinales), los

cuales en conjunto tienen función de hepatopáncreas (glándulas secretoras digestivas) (Ceccaldi, 1989; Mantel, 2012; Štrus *et al.*, 2019).

La boca en crustáceos superiores, como se ha mencionado anteriormente, está asociada a unos apéndices especializados que son la maxilula (primer par de maxilas), maxila, mandíbulas y maxilípedos (Ceccaldi, 1989). Algunos otros crustáceos presentan otras estructuras especializadas para la filtración de las partículas en suspensión (Mantel, 2012). El esófago se encarga de unir la boca con el estómago y generalmente es una estructura corta y recta. Además, está asociado con la región cardíaca, donde forma un ángulo recto. Debido a esta asociación con la zona cardíaca, el estómago está dividido en dos partes: porción cardíaca y porción pilórica (Figura 14). La porción cardíaca es de mayor tamaño y tiene un molino gástrico, que se compone de tres dientes de estructura calcárea. Mediante este mecanismo, el animal puede triturar aun más el alimento, que previamente ya había sido desgarrado por las mandíbulas. Así se consigue un tamaño de partículas lo suficientemente pequeño para poder atravesar un filtro de sedas que se localiza en la porción pilórica. Todo esto forma parte de la digestión mecánica del alimento. Posteriormente, desde el estómago pilórico, el alimento pasaría al intestino para sufrir la digestión química, gracias a esa función de hepatopáncreas anteriormente mencionada. En la región media y terminal del intestino también comienza la absorción de los nutrientes. Finalmente, los desechos de la digestión se dirigen hacia el recto y se expulsan por el ano (Ceccaldi, 1989; Hickman *et al.*, 2009; Mantel, 2012).

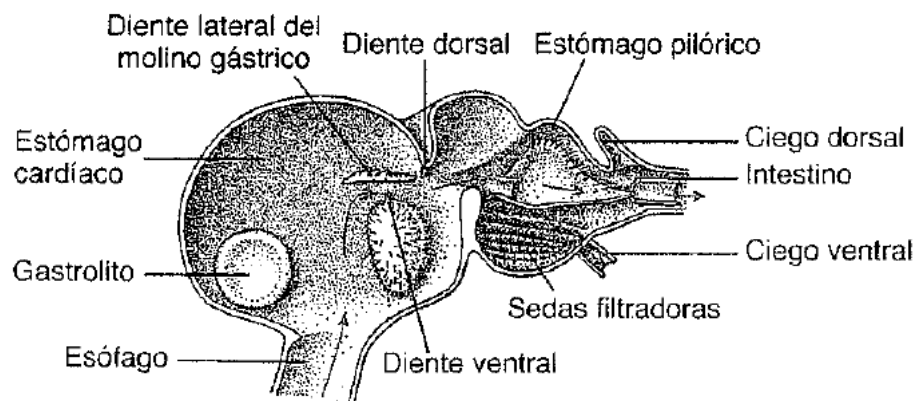


Figura 14. Imagen esquemática del estómago de un malacostráceo (Orden Malacostraca). En ella se pueden ver señaladas las distintas partes que lo conforman y las dos porciones del estómago. (Hickman *et al.*, 2009)

2.6.3. Clase Hexapoda.

El esquema general del aparato digestivo en insectos (Figura 15) constaría de tres partes principales: tracto anterior, compuesto por boca con glándulas salivales, faringe, esófago, buche y proventrículo; tracto medio, formado por el estómago y los

ciegos gástricos; y tracto posterior, que consta del intestino, el recto y el ano (Chapman, 1998; Hickman *et al.*, 2009):

- Boca: debido a la amplia diversidad de formas de alimentación, cada especie posee unas piezas o apéndices bucales que están adaptados a cada tipo de alimento. De esta forma, existen insectos con aparato bucal chupador, para aquellos insectos que se alimentan de fluidos de plantas y animales (por ejemplo, los mosquitos o mariposas); aparato bucal lamedor-chupador (por ejemplo, en las moscas y tábanos); y aparato bucal masticador, con mandíbulas para cortar y triturar el alimento (por ejemplo, en escarabajos o saltamontes).
- Faringe: se encarga de la ingesta del alimento y su retroceso.
- Esófago: es una estructura tubular que sirve de conexión entre la faringe y el buche.
- Buche: es un órgano cuya función es la de almacenamiento del alimento. En algunos insectos, este órgano es una extensión del propio esófago, mientras que en otros como los dípteros y lepidópteros (moscas y mariposas), se localiza como una ramificación lateral del esófago.
- Proventrículo es una estructura que puede tener formas variadas. A veces se presenta como una simple válvula en el origen del tracto medio. En otros casos, puede presentarse como una pequeña constricción justo antes del tracto medio, que limita el retroceso del alimento sólido, mientras que permite el movimiento libre del alimento líquido. En algunas especies de ortópteros y coleópteros (saltamontes y escarabajos), el proventrículo es una estructura provista de placas cuticulares o dientes, con la función de moler y machacar aún más el alimento.
- Estómago y ciegos gástricos: están tapizados por unas capas celulares con función de secreción enzimática, que actúan en la digestión química del alimento, además de contener microvellosidades que participan en la absorción parcial de los nutrientes.
- Intestino: normalmente se diferencian tres partes: píloro, íleon y recto. El píloro, a veces, puede tener forma de válvula que simplemente separa el tracto medio del tracto posterior. El íleon es un tubo alargado que llega hasta el recto y que presenta una única capa de células con muchos pliegues que intervienen en la absorción de los nutrientes. En algunos casos puede diferenciarse, en su región terminal otra estructura denominada colon. El recto es la región terminal del intestino, que conduce los desechos hacia el ano.

- Ano: es el orificio terminal del tracto digestivo, que normalmente se localiza en la parte posterior del abdomen del insecto.

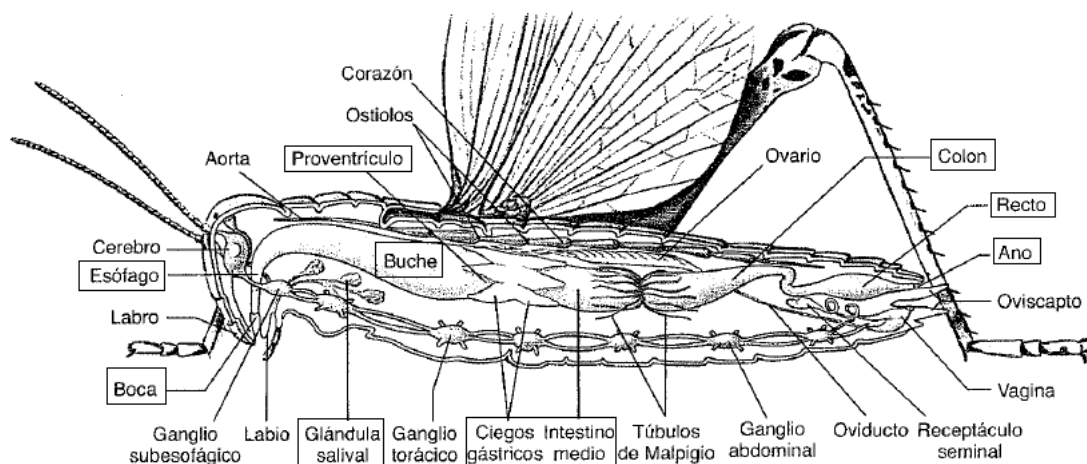


Figura 15. Imagen esquemática de un corte transversal de saltamontes. En ella se representa la estructura general del aparato digestivo. Pueden reconocerse, enmarcadas en un recuadro, las distintas partes que componen el tracto digestivo de los hexápodos. (Hickman *et al.*, 2009).

2.7. Aparato digestivo en Platyhelminthes.

Los platelmintos son un grupo de animales conocidos como gusanos planos, la gran mayoría parásitos o carnívoros, que poseen un sistema digestivo incompleto (Antoniuzzi y Silveira, 1996).

De manera general, el tracto digestivo de este grupo, consta de boca, faringe e intestino ciego (Figura 16), a excepción del grupo de los cestodos, que carecen de sistema digestivo (Hickman *et al.*, 2009).

La boca es un orificio que se localiza, normalmente, en una zona ventral del cuerpo. La faringe es una continuación de la amplia boca del animal, localizada detrás de dos fosas ciliares. La parte ventral y lateral de la faringe está tapizada por un epitelio ciliado, con numerosas células secretoras buco-faríngeas (Antoniuzzi y Silveira, 1996; Bogitsh, 1993; Hickman *et al.*, 2009). En el caso del grupo de los turbelarios, la faringe se localiza en una estructura denominada vaina faríngea, la cual les permite sacarla hacia afuera para comer a sus presas (Hickman *et al.*, 2009).

El intestino es un tubo ciego (no tiene salida directa al exterior) con paredes ciliadas, que se extiende desde la faringe hacia la parte posterior del platelminto. Está compuesto por tres ramas, una anterior y dos posteriores, que a la vez están aún más ramificadas. El conjunto de ramas forma una cavidad gastrovascular. El epitelio que tapiza el intestino se denomina gastrodermis y contiene dos tipos fundamentales de células: células fagocíticas, a veces con cilios en el extremo apical; y células

glandulares, mucho más abundantes que las anteriores (Antoniuzzi y Silveira, 1996; Bogitsh, 1993; Hickman *et al.*, 2009).

La digestión en los platelmintos ocurre fundamentalmente en dos fases: una primera digestión extracelular, llevada a cabo por las enzimas secretadas por las células glandulares; y una segunda digestión intracelular, en la que las células fagocíticas de la gastrodermis, fagocitan los fragmentos resultantes de la digestión extracelular, y los digieren en su interior en vacuolas. Los desechos y el resto de alimento no absorbido es expulsado de nuevo por la boca (Bogitsh, 1993; Hickman *et al.*, 2009).

En el caso de los cestodos, que son un grupo de endoparásitos, al carecer de sistema digestivo, depende de la propia digestión del hospedador para poder absorber los nutrientes (Hickman *et al.*, 2009).

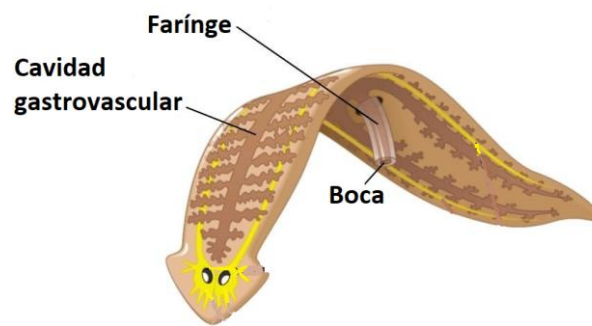


Figura 16. Representación esquemática del interior de un platelminto. Se encuentra señaladas las distintas partes del aparato digestivo.

2.8. Aparato digestivo en Mollusca.

El grupo de los moluscos es el segundo más numeroso de todos los animales, después de los artrópodos. Comprende un amplio rango de especies, tanto acuáticas como terrestres, que tienen una amplia variedad de alimentación. El aparato digestivo de estos animales es complejo y tiene diversas adaptaciones al tipo de hábitat y alimento, sin embargo, más allá de las diferentes variaciones anatómicas y especializaciones de las distintas especies, el tracto digestivo de estos animales se puede dividir en tres regiones (Figura 17): intestino o tracto anterior, intestino medio e intestino posterior (Hickman *et al.*, 2009; Lobo-da-Cunha, 2019).

La porción anterior del tracto digestivo está compuesta por la boca, la cavidad bucal y el esófago. La boca se abre en un tubo oral que normalmente contiene un par de mandíbulas. En la cavidad bucal se localiza una estructura que es característica de los moluscos, la rádula, que sale del saco radular. También contiene un par de glándulas salivales. Por último, el esófago puede presentar una dilatación que actúa de buche, para el almacenamiento de alimento, y en algunos miembros del grupo de los

gasterópodos, también puede estar presente una molleja (Lobo-da-Cunha, 2019; Luchtel *et al.*, 1997).

La rádula, como se ha mencionado anteriormente, es una característica distintiva del grupo de los moluscos. Consiste en un órgano bucal, que tiene forma de lengua, con bordes raspadores y que además es eversible. Este órgano está presente en todos los grupos moluscos, excepto en los bivalvos y en la mayoría de los solenogastros. La estructura de esta rádula consiste en una cinta rodeada por una serie de pequeños dientes quitinosos, que se sitúan sobre una estructura cartilaginosa, el odontóforo, que está asociado a un complejo sistema de músculos que se encargan del movimiento del órgano. La función de la rádula es doble: por un lado se encarga de raspar, perforar y cortar el alimento en partículas más pequeñas, y por otro actúa como una especie de cinta transportadora, que mueve el alimento hacia el interior del tubo digestivo (Hickman *et al.*, 2009; Lobo-da-Cunha, 2019).

El tracto medio del tubo digestivo correspondería al estómago con forma de saco, que además contiene ciegos gástricos. Además, dos o más conductos digestivos se unen con las glándulas digestivas, formadas por múltiples túbulos, que tiene distintas funciones, tales como la secreción de enzimas digestivas para la digestión extracelular, la absorción de nutrientes, la digestión intracelular, y el almacenamiento de lípidos, glucógeno y calcio (Lobo-da-Cunha, 2019; Luchtel *et al.*, 1997).

La porción posterior del tubo digestivo se divide en intestino y recto, y desemboca en el ano. El intestino, normalmente, es alargado y con forma en espiral, y se encarga de la mayor parte de la absorción de los nutrientes (Lobo-da-Cunha, 2019; Luchtel *et al.*, 1997).

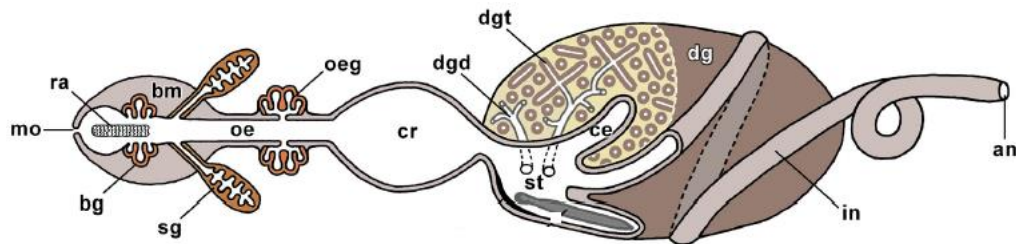


Figura 17. Esquema general de la anatomía del sistema digestivo en moluscos. Se muestran las distintas partes que componen el tracto digestivo: boca (mo), rádula (ra), glándulas bucales (bg), glándulas salivales (sg), esófago (oe), glándulas esofágicas (oeg), buche (cr), estómago (st), conductos digestivos (dgd), túbulos digestivos (dgt), glándulas digestivas (dg), ciegos digestivos (ce), intestino (in) y ano (an). (Lobo-da-Cunha, 2019).

2.9. Aparato digestivo en Annelida.

Los anélidos son un filo conocido como gusanos anillados, que, al igual que muchos otros filos, tienen el tracto digestivo diferenciado en tres partes principales: el

tracto anterior, el tracto medio y el tracto posterior. El tracto anterior se compone de la boca, cavidad bucal, faringe y esófago; el tracto medio, por el estómago-intestino, que se alarga casi desde la zona anterior del animal hacia la parte posterior; y el tracto posterior formado por el recto y el ano, que normalmente está en posición terminal. La estructura del tracto digestivo va a presentar diversas variaciones entre los distintos grupos de anélidos, dependiendo del modo de vida y hábitos alimenticios. En la faringe es común encontrar mandíbulas quitinosas en la mayoría de los poliquetos de vida libre y en las sanguijuelas mordedoras; sin embargo, estas mandíbulas están ausentes en los poliquetos tubícolas, en la mayoría de los oligoquetos y en las sanguijuelas chupadoras. (Hickman *et al.*, 2009; Pettibone, 1982).

La digestión en estos animales se produce de forma tanto extracelular, como intracelular, en el intestino y las células que lo tapizan (Doris M. Kermack, 1955)

El organismo modelo, por excelencia, para el estudio de los anélidos son las lombrices de tierra. Éstas pertenecen al grupo de los oligoquetos (Clase Oligochaeta). La mayoría son organismos detritívoros (se alimentan de materia orgánica en descomposición) y, por lo tanto, tienen sus estructuras digestivas adaptadas a este hábito alimentario. En la cavidad bucal, el alimento es mezclado con las secreciones bucales, y luego es succionado por la faringe musculada. Debido al hábito alimentario de estos animales, tienden a absorber bastante calcio del suelo, por lo que, para mantener el equilibrio de calcio en sangre, a lo largo del esófago presentan unas glándulas calcíferas, que segregan iones calcio en el intestino, para así disminuir la concentración de calcio en sangre. Una vez que el alimento pasa por el esófago, es almacenado en el buche, y posteriormente, pasa a la molleja, donde es triturado. La digestión y absorción de las partículas de alimento se lleva a cabo en el intestino (función de estómago-intestino), el cual tiene la pared dorsal fuertemente plegada para aumentar la superficie de digestión y absorción (Hickman *et al.*, 2009).

3. Utilidad práctica y enfoque didáctico.

3.1. Utilidad práctica.

Con el tema propuesto para el desarrollo de la Unidad Didáctica, se pretende dar al alumnado una formación básica sobre la anatomía y los procesos de funcionamiento de los distintos sistemas y órganos implicados en las funciones relacionadas con la nutrición de los principales grupos de animales, a los cuales también pertenecemos los seres humanos como especie (*Homo sapiens*). Gracias al desarrollo de este tema, el alumnado podrá comenzar a desarrollar una serie de conocimientos suficientes y necesarios, que podrán llevarlos a adquirir las

competencias clave necesarias durante el desarrollo de su futura formación profesional en la rama de las ciencias.

El tratamiento de esta temática es especialmente interesante en el alumnado de la especialidad de ciencias de la salud, del primer curso de Bachillerato, al que va dirigido, ya que estos alumnos, que ingresan en esta etapa de la educación secundaria, lo hacen de forma voluntaria y, en su mayoría, con la intención de formarse en el futuro en distintas especialidades de las ciencias de la salud, como la medicina, enfermería, farmacia, veterinaria, etc.; y de la biología, como la zoología, fisiología o histología, entre otras. El estudio de la anatomía y funcionamiento de los distintos tipos de aparatos y órganos relacionados con la función de nutrición, es importante en esta etapa, ya que el alumnado ha adquirido ciertos conocimientos científicos en etapas anteriores y tiene la madurez necesaria para aumentar aún más dicho conocimiento, que podrá servirles de punto de partida para aplicarlos en un amplio abanico de estudios en la rama de la biología y las ciencias de la salud; ya que este tema sienta las bases para que los alumnos desarrollen conocimientos básicos en zoología, anatomía, fisiología e histología, y que en el futuro podrán extrapolar a distintos campos como el de la anatomía comparada y la evolución, la zoología, la bioquímica, la fisiología, la nutrición, la veterinaria e incluso la medicina y otras ramas de la salud.

3.2. Las ideas previas.

A la hora de la enseñanza tanto de este, como de otros temas científicos, a los alumnos, uno de los grandes problemas al que se enfrentan hoy en día los docentes es la existencia de ideas previas en el alumnado. Fernández Hernández (2002) expone lo siguiente: “Ausubel en su obra *Educational Psychology. A Cognitive View* (1976), expresa con total claridad cuál es la concepción e importancia del conocimiento y estudio de las ideas previas al señalar: “*Si tuviese que reducir toda la Psicología Educativa a un solo principio, enunciaría éste: el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto, y enséñese consecuentemente*” (p.142).

El concepto de “ideas previas” consiste en las creencias preconcebidas, normalmente alternativas a las ideas científicas y no frecuentemente incoherentes con ellas, que los alumnos elaboran para comprender como funciona un proceso natural o para describir y entender un determinado concepto científico (Bello, 2004). Dichas ideas previas guían y orientan el procesamiento de la información y la interpretación de las explicaciones dadas por los profesores, hecho que, en la mayoría de las ocasiones, hace que el alumno preste atención preferente a aquellos aspectos que apoyan sus propios puntos de vista (Campanario y Otero, 2000). Además, otro

inconveniente típico de las ideas previas es que son resistentes al cambio y pueden permanecer en el sujeto durante un largo período de tiempo, aun cuando se haya recibido una instrucción escolarizada que las contradiga (Bello, 2004).

Para conseguir que los alumnos desarrollen nuevas ideas y para establecer las bases para la construcción de nuevos aprendizajes, el docente debe detectar cuales son esas ideas previas y, de esta forma, poder determinar un punto de partida para comenzar el nuevo proceso de enseñanza-aprendizaje. Si esto no se consigue, los estudiantes emplearán los contenidos que vayan adquiriendo en el aula, pero cuando llegue el momento de darle explicación a fenómenos cotidianos, emplearán sus ideas previamente arraigadas. Por lo tanto, en este proceso durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, el docente debe proponerse el objetivo de conseguir que sus alumnos transformen con éxito todas esas ideas erróneas y las conviertan en concepciones científicas o, al menos, en ideas lo más cercanas posibles a dichas concepciones. A este hecho se le denomina cambio conceptual (Bello, 2004).

La búsqueda y el uso de estas ideas preconcebidas de los alumnos, según Fernández Hernández (2002), puede proporcionar al docente las siguientes ventajas:

- Favorecen la selección de las actividades a utilizar en las distintas sesiones de clase.
- La información obtenida durante la búsqueda de esas ideas previas, permite al docente establecer el nivel de los conceptos que puede alcanzarse entre lo que el estudiante conoce y lo que debe conocer, pudiendo expresarse mediante mapas conceptuales, esquemas o una simple explicación de los mismos.
- Permite predecir las posibles dificultades u obstáculos que puedan surgir durante ese cambio conceptual, permitiendo al docente definir distintas estrategias para solventarlos.
- Conocer el esquema conceptual estructurado para una idea previa, ya sea errónea o no, dentro de la estructura cognitiva del alumno, permite al docente determinar la relación existente con otros esquemas formados anteriormente, dentro de un mismo tema o una asignatura, como por ejemplo podría ser la relación existente entre célula, mitosis, meiosis, fecundación y segmentación celular.
- Permite proporcionar elementos suficientes, al docente, para organizar las clases desde el primer día y la atención a la diversidad del alumnado.
- Mejora el uso de mapas conceptuales y otros modelos gráficos, por parte de los alumnos, que sobre todo son de bastante interés en el estudio de las ciencias biológicas.

- Favorece que el docente conozca aquellas fuentes que distorsionan el pensamiento de los estudiantes y que han influido en el proceso de enseñanza-aprendizaje previos.

Por todo lo mencionado anteriormente, y para que los alumnos puedan aprender de manera significativa, es necesario que el docente aplique metodologías de enseñanza que favorezcan la participación activa de los alumnos en el aprendizaje y que sean ellos mismo quienes lo construyan. Como ya afirmó Dale (1969) en su libro *Audiovisual Methods in Teaching*, con su famoso “cono del aprendizaje” (Figura 18), una vez pasadas dos semanas desde el comienzo del aprendizaje, el alumnado sólo recuerda el 10% del contenido leído y un 20 % del escuchado, mientras que son capaces de recordar hasta un 90 % de lo que han hecho o contado, por ejemplo, a sus compañeros de clase durante ese aprendizaje.

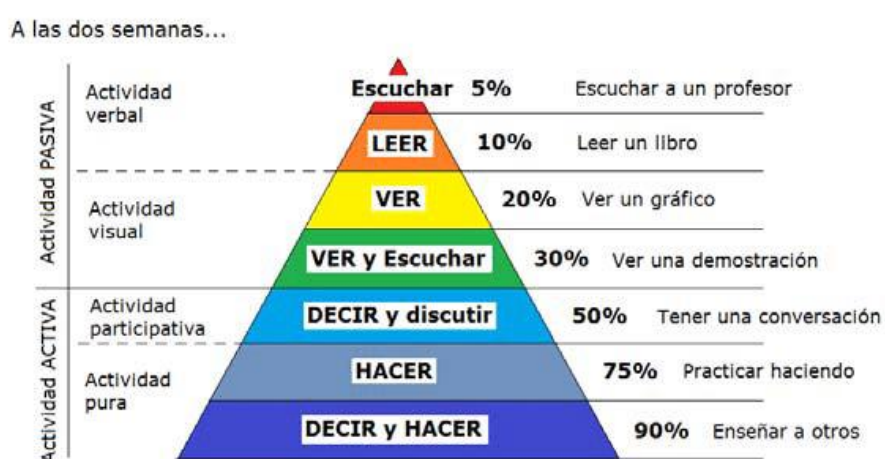


Figura 18. Cono del aprendizaje de Edgar Dale. (Dale, 1969).

BLOQUE 2: PROPUESTA DIDÁCTICA.

1. Título de la Unidad Didáctica

La Unidad Didáctica que va a ser desarrollada en el presente Trabajo de Fin de Máster, y cuya programación se va a desarrollar a lo largo del Bloque 2, se titulará *Nutrición en los animales I: Aparatos digestivo y circulatorio*.

2. Justificación de la propuesta didáctica.

2.1. Marco legislativo de referencia.

2.1.1. *Legislación educativa a nivel nacional:*

Durante el curso académico 2021-2022, la legislación educativa se asienta sobre la siguiente normativa:

- **Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE)** (BOE del 4 de mayo de 2006).
- **Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE)** (BOE del 10 de diciembre de 2013), que modifica a la anterior LOE.

Las disposiciones educativas reflejadas en la LOMCE vienen desarrolladas por:

- **Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre**, por el que *“se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato”* (BOE del 3 de enero de 2015). Con él queda detallada la nueva disposición del currículo educativo en el sistema educativo español.
- **Orden ECD/65/2015, de 21 de enero**, por la que *“se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el Bachillerato”* (BOE del 29 de enero de 2015).

2.1.2. *Legislación educativa a nivel autonómico:*

- **Ley 17/2007, de 10 de diciembre, de Educación de Andalucía (LEA)** (BOJA del 26 de diciembre de 2007).
- **Decreto 110/2016, de 14 de junio**, por el que *“se establece la ordenación y el currículo del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Andalucía”*.
- **Decreto 183/2020, de 10 de noviembre**, por el que *“se modifica el Decreto 110/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo del*

Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Andalucía, y el Decreto 301/2009, de 14 de julio, por el que se regula el calendario y la jornada escolar en los centros docentes, a excepción de los universitarios” (BOJA del 16 de noviembre de 2020).

- **Orden de 15 de enero de 2021**, por la que “*se desarrolla el currículo correspondiente a la etapa de Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado*” (BOJA del 18 de enero de 2021).

2.2. Adscripción de la propuesta educativa a la correspondiente etapa, ciclo y nivel educativo.

En base a lo dispuesto, a nivel estatal, por el Real Decreto 1105/2014, del 26 de diciembre, y a nivel autonómico, por el Decreto 110/2016 de 14 de junio (a su vez modificado por el Decreto 183/2020 de 10 de noviembre) y por la Orden del 15 de enero del 2021:

- La presente Unidad Didáctica a desarrollar se enmarca dentro del primer curso de la etapa educativa de Bachillerato, de la modalidad de ciencias.
- La presente propuesta didáctica está enmarcada en la materia Biología y Geología, la cual es una materia de opción, dentro del grupo de las materias troncales.
- A su vez, dicha Unidad Didáctica está englobada dentro del Bloque 6. Los animales: sus funciones, y adaptaciones al medio.

3. Contextualización del centro y del alumnado.

3.1. Situación geográfica y enseñanzas impartidas.

El I.E.S. Fuente de la Peña se encuentra situado en la periferia sur de la ciudad de Jaén (Figura 19) y está destinado a cubrir las demandas de los niveles de enseñanza de educación secundaria (Sede 1) y Formación Profesional (Sede 2) en una zona bastante extensa.

La Sede 1 del I.E.S. Fuente de la Peña está situada en el Camino Fuente de la Peña, nº 69, en la ciudad de Jaén, contando con 2500 m² de superficie. Salvo el gimnasio y las instalaciones deportivas, la sede ocupa un único edificio de cuatro plantas cuyo eje principal se orienta al Norte/Sur, con la mayoría de las aulas de clase con vistas al exterior.

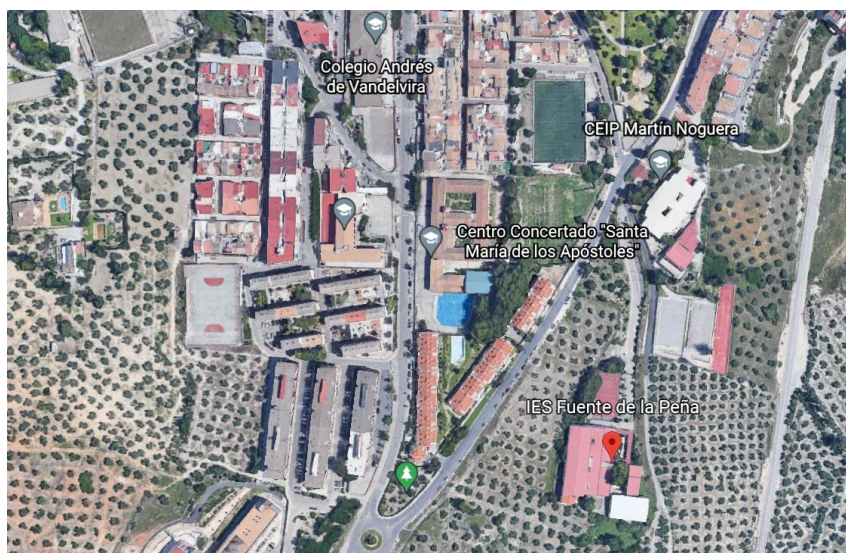


Figura 19. Imagen de satélite de la zona en la que se localiza la sede 1 del I.E.S. Fuente de la Peña (Google Earth).

El I.E.S. Fuente de la Peña es el único centro público de la zona educativa 5 (zona sur de Jaén), compartiendo zona con tres centros concertados (C.D.P. Andrés de Vandelvira, C.D.P. Marcelo Spínola y C.D.P. Santa María de los Apóstoles). Dentro de esa zona tenemos la adscripción en exclusiva de los dos centros de infantil y primaria (C.E.I.P. Martín Noguera y C.E.I.P. Santo Tomás). Además, la zona educativa 5 es limítrofe con la zona educativa 4 (zona sur-este), que no cuenta con ningún centro público de secundaria, por lo cual, este centro, tiene la adscripción del 33% de uno de los dos centros de primaria (C.E.I.P. Jesús-María), existiendo en esta zona otros dos centros concertados (C.D.P. Divino Maestro y C.D.P. Pedro Poveda). Esta es la razón de que el I.E.S. Fuente de la Peña sea atípico, con más líneas de Bachillerato que de ESO, ya que la mayor parte del alumnado de los cinco centros concertados lo eligen para cursar Bachillerato.

Las enseñanzas que se imparten en la I.E.S. Fuente de la Peña (sede 1) son:

- Educación Secundaria Obligatoria: Educación Básica Especial (1 Grupo), 1º ESO (3 Grupos), 2º ESO (3 Grupos), 3º ESO (2 Grupos) y 4º ESO (2 Grupos).
- Bachillerato de Ciencias y de Humanidades y CC.SS.: 1º Bachillerato (5 Grupos) y 2º Bachillerato (5 Grupos).

Las enseñanzas que se imparten en la I.E.S. Fuente de la Peña (sede 2):

- Formación Profesional Básica: Reforma y Mantenimiento de Edificios (2 cursos, 1 grupo por curso).
- Formación Profesional de Grado Medio: Obras de Interior, Decoración y Rehabilitación (2 cursos, 1 grupo por curso).

- Formación Profesional de Grado Superior: Proyectos de Edificación (2 cursos, 1 grupo por curso), Proyectos de Obra Civil (2 cursos, 1 grupo por curso), Marketing y Publicidad (2 cursos, 1 grupo por curso) y Transporte y Logística (2 cursos, 1 grupo por curso).

3.2. Organización de espacios y tiempos.

En cuanto a instalaciones e infraestructuras dedicadas a la actividad docente y administrativa del centro, la sede 1 del I.E.S. Fuente de la Peña dispone de:

- Un edificio principal, que consta de cuatro plantas, el cual cuenta con: Salón de actos, Administración, Sala de profesores, despachos de Secretaría, Dirección y Jefatura de Estudios, Cafetería, despacho de Orientación, Reprografía, Almacén de Libros, Sala de Reuniones, Aula-taller de Tecnología y de Dibujo, Aula de integración y educación especial, Laboratorio de Biología y Geología, Laboratorio de Física y Química, 3 aulas TIC, 12 aulas grandes, 14 aulas medianas y 3 aulas pequeñas.
- Un segundo edificio, que es el Gimnasio.
- Instalaciones exteriores: 2 pistas polideportivas (una de ellas techada), aula de la naturaleza, huerto escolar, camino de acceso con aparcamientos, porche y patio escolar.

La organización y distribución del tiempo escolar está regulada por la normativa vigente, según lo establecido por el capítulo IV de la Orden de 20 de agosto de 2010, y se tendrá en cuenta los siguientes criterios:

- El horario general del IES Fuente de la Peña será de lunes a viernes, de 8:15 a 14:45 horas para todas las enseñanzas (ESO, Bachillerato y Formación Profesional), contando con un periodo de descanso (recreo) de 30 minutos de duración, después de finalizar la tercera hora de clase.
- Además, el IES Fuente de la Peña abrirá todos los lunes en horario de 16:30 a 19:30 para las tutorías con las familias, con el alumnado y para las reuniones de los departamentos didácticos.
- Por último, el centro abrirá dos tardes de lunes a viernes en horario de 16:30 a 18:30 para el desarrollo de las actividades propias del PROA y las Escuelas deportivas.

3.3. Contexto socio-cultural y económico.

El alumnado de ESO proviene fundamentalmente de los barrios de La Gloria, la Merced, San Felipe y la Alcantarilla. En Bachillerato, la mayoría del alumnado proviene de los mismos barrios, pero también se incorporan nuevos alumnos procedentes de los centros de educación concertada de la zona. Por último, el FPB recibe alumnado de todos los barrios de la localidad y los ciclos formativos de grado medio y superior reciben alumnado de toda la provincia de Jaén y de algunas limítrofes ya que sus ciclos formativos no son impartidos por ningún otro centro de toda la provincia.

El perfil de la ciudadanía de los barrios mencionados corresponde a clases sociales relativamente modestas, siendo la tasa de paro similar a la media obtenida durante el primer trimestre del año en Jaén según los datos de la Encuesta de Población Activa, difundida por el Instituto Nacional de Estadística. Su nivel económico se puede considerar medio-bajo, ya que la media de la renta familiar anual se sitúa alrededor del doble del salario mínimo interprofesional, lo que hace que la renta “per cápita” media que declaran las familias del alumnado al solicitar la admisión en el Centro sea inferior a la mitad del salario mínimo interprofesional. De ahí que este centro sea de Compensación Educativa.

En el ámbito laboral, entre el 50 y el 65% de los padres del alumnado son “asalariados indefinidos”, dedicándose entre un 70 y un 80% al sector servicios. En ocasiones, son propietarios de pequeñas tiendas o talleres de barrio y sólo una minoría está formada por profesionales liberales. Sin embargo, uno de los datos más característicos del panorama laboral del barrio es que la tasa de actividad femenina es menor del 25%, de manera que la mayoría de las madres trabajan exclusivamente en el hogar –aunque está aumentando el número de madres dedicadas a la limpieza como actividad laboral-.

Académicamente hablando, el nivel de titulación de las familias es bajo: en torno al 20% posee el título de Bachillerato o estudios universitarios, un 60% posee estudios primarios y un 20% carece de estudios. La mayoría desearía que sus hijos e hijas alcanzaran una formación que les permitiese acceder rápidamente a un puesto de trabajo fijo. Declaran interesarse habitualmente por el trabajo que realizan sus hijos e hijas y creen que le dedican al estudio una media de 1 a 3 horas diarias, aunque no les parece suficiente. En el caso de la ESO, casi todos los padres y madres vienen al Instituto 1 o 2 veces por curso, casi siempre por citación del tutor o tutora para mantener una entrevista con la persona que ostenta la tutoría y casi nunca con el resto del profesorado. Además, no es infrecuente el caso de padres o madres que, a lo largo de toda la vida académica de sus hijos e hijas no acude al Centro. Por tanto, uno de los principales aspectos a mejorar es el referido a la participación e implicación de las familias, pero no sólo aumentando el número de visitas al centro, sino participando

activamente en la vida del mismo a través, por ejemplo, de la planificación y ejecución de actividades extraescolares en colaboración con el Departamento de Actividades Complementarias y Extracurriculares o, la participación en el Consejo Escolar y en sus comisiones.

En cuanto a los intereses académicos del alumnado de ESO, están encaminados hacia la Formación Profesional de grado medio. Por el contrario, la mayor parte de nuestro alumnado de Bachillerato opta por estudios universitarios. Por otro lado, en los últimos tiempos ha aumentado considerablemente el número de estudiantes pertenecientes a familias desestructuradas o a familias con escasos recursos económicos como consecuencia de la crisis económica que, como sucede siempre, se ceba especialmente con los barrios humildes.

4. Objetivos.

4.1. Objetivos generales de etapa.

En relación con la Unidad Didáctica y en función de los objetivos específicos que se expondrán posteriormente, se van a desarrollar los siguientes objetivos generales de la etapa de bachillerato, según lo estipulado en el artículo 11 del Real Decreto 1105/2014:

- a) Ejercer la ciudadanía democrática, desde una perspectiva global, y adquirir una conciencia cívica responsable, inspirada por los valores de la Constitución Española así como por los derechos humanos, que fomente la corresponsabilidad en la construcción de una sociedad justa y equitativa.
- b) Consolidar una madurez personal y social que les permita actuar de forma responsable y autónoma y desarrollar su espíritu crítico. Prever y resolver pacíficamente los conflictos personales, familiares y sociales.
- c) Fomentar la igualdad efectiva de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres, analizar y valorar críticamente las desigualdades y discriminaciones existentes, y en particular la violencia contra la mujer e impulsar la igualdad real y la no discriminación de las personas por cualquier condición o circunstancia personal o social, con atención especial a las personas con discapacidad.
- d) Afianzar los hábitos de lectura, estudio y disciplina, como condiciones necesarias para el eficaz aprovechamiento del aprendizaje, y como medio de desarrollo personal.
- e) Dominar, tanto en su expresión oral como escrita, la lengua castellana.
- g) Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación.

i) Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida.

j) Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos. Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente.

k) Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico.

De los objetivos recogidos el artículo 3 del Decreto 110/2016, para la Comunidad Autónoma de Andalucía, esta Unidad Didáctica va a contribuir a desarrollar el siguiente objetivo general:

b) Profundizar en el conocimiento y el aprecio de los elementos específicos de la historia y la cultura andaluza, así como su medio físico y natural y otros hechos diferenciadores de nuestra Comunidad para que sea valorada y respetada como patrimonio propio y en el marco de la cultura española y universal.

4.2. Objetivos de área.

Durante el desarrollo de la Unidad Didáctica, se va a perseguir la consecución de los siguientes objetivos, según lo establecido en el Anexo III de la Orden de 15 de enero de 2021, para la materia Biología y Geología en Bachillerato:

1. Conocer los conceptos, teorías y modelos más importantes y generales de la Biología y la Geología, de forma que permita tener una visión global del campo de conocimiento que abordan y una posible explicación de los fenómenos naturales, aplicando estos conocimientos a situaciones reales y cotidianas.

4. Realizar una aproximación a los diversos modelos de organización de los seres vivos, tratando de comprender su estructura y funcionamiento como una posible respuesta a los problemas de supervivencia en un entorno determinado.

5. Entender el funcionamiento de los seres vivos como diferentes estrategias adaptativas al medio ambiente.

8. Utilizar con cierta autonomía destrezas de investigación, tanto documentales como experimentales (plantear problemas, formular y contrastar hipótesis, realizar experiencias, etc.), reconociendo el carácter de la ciencia como proceso cambiante y dinámico.

9. Desarrollar actitudes que se asocian al trabajo científico, tales como la búsqueda de información, la capacidad crítica, la necesidad de verificación de los hechos, el

cuestionamiento de lo obvio y la apertura ante nuevas ideas, el trabajo en equipo, la aplicación y difusión de los conocimientos, etc., con la ayuda de las tecnologías de la información y la comunicación cuando sea necesario.

4.3. Objetivos Didácticos.

En el artículo 2 del RD 1105/2014 se define “objetivos” como los *“referentes relativos a los logros que el estudiante debe alcanzar al finalizar cada etapa, como resultado de las experiencias de enseñanza-aprendizaje intencionalmente planificadas a tal fin”*. De esta forma, los objetivos didácticos (OD) que se pretenden conseguir son, que el alumno sea capaz de:

- OD1. Distinguir los distintos procesos que intervienen en la nutrición de los organismos animales y relacionarlos.
- OD2. Conocer los distintos métodos de obtención de alimento, por parte de los animales.
- OD3. Describir los distintos tipos de digestión.
- OD4. Aprender los diferentes modelos de aparatos digestivos que existen en los principales grupos de invertebrados.
- OD5. Identificar las distintas estructuras y partes que conforma el sistema digestivo en los vertebrados, así como sus principales funciones y productos de secreción.
- OD6. Conocer los mecanismos de transporte de sustancias en el interior de los organismos animales.
- OD7. Identificar los principales órganos que componen el aparato circulatorio.
- OD8. Diferenciar las distintas partes o estructuras que conforman del corazón.
- OD9. Analizar los diferentes tipos de circulación que pueden existir en los animales.
- OD10. Indagar acerca de las principales adaptaciones al medio que los animales han desarrollado para realizar la función de nutrición.

5. **Contenidos.**

Al igual que ocurre con los objetivos, en el artículo 2 del RD 1105/2014 se define “contenidos” como el *“conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que contribuyen al logro de los objetivos de cada enseñanza y etapa educativa y a la adquisición de competencias”*.

En función de la definición de “contenidos” y según lo establecido en el anexo I del RD 1105/2014 y en el anexo III de la Orden de 15 de enero de 2021, el grupo de contenidos relacionados con el desarrollo de la presente unidad didáctica es: **“Funciones de nutrición en los animales. El transporte de gases y la respiración. La excreción.”** Este grupo de contenidos se engloba dentro del **bloque de contenidos 6. “Los animales: sus funciones, y adaptaciones al medio.”**

Dado que el grupo de contenidos relacionados con la temática a desarrollar es muy extenso y comprende muchos criterios de evaluación, además de que, en el nivel académico al que se imparte (1º de Bachillerato), los alumnos ya deben conocer unas nociones básicas y suficientes relacionadas con dicho contenido (adquiridas durante 1º y 3º de ESO), en la presente unidad didáctica se va a desarrollar solamente una parte del mismo. De esta manera, los contenidos didácticos (CD) a desarrollar en la Unidad serán los siguientes:

- CD1. La nutrición en los animales.
- CD2. El aparato digestivo y sus procesos.
- CD3. El aparato digestivo en los invertebrados y vertebrados.
- CD4. El transporte de sustancias en los animales.
- CD5. Tipos de aparatos circulatorios.
- CD6. Anatomía del aparato circulatorio en animales.

6. Competencias clave.

La principal contribución de las competencias consiste en orientar la enseñanza, al permitir identificar los contenidos y los criterios de evaluación que tienen carácter imprescindible. Se adquieren a través de tareas y se hacen efectivas en forma de habilidades.

Según lo dispuesto en el artículo 2 del RD 1105/2014, se entiende por competencias las *“capacidades para aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos”*.

De este modo, en la presente Unidad Didáctica se trabajarán las siguientes competencias (Tabla 1).

Tabla 1. Desarrollo de las distintas competencias clave aplicadas a la Unidad Didáctica.

Competencia clave	Tareas para su consecución
Competencia lingüística (CL)	• Lectura y comprensión de textos y ejercicios escritos. • Redacción de ejercicios y anotaciones. • Redacción de un glosario de palabras clave relacionadas con la unidad. • Expresión oral correcta y exposición de actividades propuestas.
Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CCT)	• Adquisición y asimilación de terminología científica. • Estudio de procesos y estructuras biológicas. • Realización de prácticas en el laboratorio. • Análisis de datos numéricos, gráficos o tablas.
Competencia digital (CD)	• Búsqueda de información en sitios web y bases de datos. • Realización de actividades y trabajos mediante el uso de las TIC.
Aprender a aprender (CAA)	• Uso de diferentes recursos y fuentes de información. • Plantear metas alcanzables y llegar a cumplirlas. • Asimilación y corrección de los errores cometidos.
Competencias sociales y cívicas (CSC)	• Realización de trabajos en grupo. • Diálogos respetuosos con los compañeros y el profesor. • Uso de habilidades sociales.
Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (SIEP)	• Toma de decisiones. • Revisión de hechos y extracción de conclusiones. • Análisis de distintas situaciones usando el razonamiento hipotético-deductivo. • Autocrítica.

7. Elementos transversales.

En el artículo 6 del RD 1105/2014 y en el artículo 6 del Decreto 110/2016 se establecen los elementos transversales que el currículo de Bachillerato debe incluir. De entre todos ellos, en esta Unidad Didáctica se van a desarrollar los siguientes:

- Educación para la igualdad de género: es una actividad continua en el aula que se llevará a cabo mediante agrupamientos heterogéneos (alumno/as) estableciendo relaciones cooperativas y respetuosas entre ambos sexos, y evitando la utilización de un lenguaje sexista.
- Desarrollo de competencias personales y habilidades sociales: mediante el desarrollo de exposiciones orales y debates sobre la temática de la unidad.
- Utilización crítica y el autocontrol en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación y los medios audiovisuales: mediante la utilización de las TIC para la realización de diversas tareas.
- Promoción del bienestar y la seguridad: mediante la explicación e implicación por parte de los alumnos, de las medidas de seguridad en el laboratorio durante la/s práctica/s realizadas.

8. Metodología.

Según lo dispuesto en el artículo 4 del RD 1105/2014, se entenderá por metodología didáctica al *“conjunto de estrategias, procedimientos y acciones organizadas y planificadas por el profesorado, de manera consciente y reflexiva, con la finalidad de posibilitar el aprendizaje del alumnado y el logro de los objetivos planteados”*.

Para que los alumnos sean capaces de adquirir y extrapolar el conocimiento desarrollado en la presente Unidad Didáctica, y para que puedan cumplir los objetivos didácticos fijados, será necesario utilizar metodologías que hagan a los alumnos partícipes del proceso de enseñanza-aprendizaje. Estas metodologías se basan en los siguientes principios metodológicos:

- Aprendizaje cooperativo: Se basa en la formación de equipos por parte de los alumnos para desarrollar el aprendizaje de una mejor forma. En esta forma de aprendizaje, los alumnos se ven obligados a colaborar para alcanzar un mismo objetivo, además de que también pueden surgir competencia entre los distintos grupos, haciendo que los mismos alumnos se esfuercen aún más en conseguir el objetivo propuesto.
- Metodología transmisiva: Metodología más tradicional, que consiste en la exposición verbal, con el apoyo de recursos visuales (pizarra y e imágenes y

presentaciones de PowerPoint), de los contenidos, mientras los alumnos toman notas. Es una metodología necesaria para la exposición del índice de contenidos y ciertos conceptos o procesos, meramente anatómicos y fisiológicos. Puede llegar a ser un método tedioso pero, para evitarlo, el docente debe procurar llevarlo a cabo de la manera más dinámica posible, preguntando y comentando con los diferentes alumnos, no solo para comprobar si se está comprendiendo la explicación, sino para intentar descubrir y resaltar su interés.

- Uso de las TIC: Ya que vivimos en la era de la información y la comunicación, y que disponemos de una amplia variedad de herramientas digitales que nos permiten acceder a la información, casi sin ninguna restricción, es necesario hacer uso de las TIC durante el desarrollo de la Unidad Didáctica. De esta forma, no solo resaltaremos la competencia digital en el alumnado, sino también su interés y participación activa en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Prácticas como método de aprendizaje: El trabajo práctico es una herramienta que, al igual que el uso de las TIC, favorece la participación activa del alumnado en el proceso de enseñanza-aprendizaje, además de despertar aún más su interés por adquirir nuevo conocimiento. Por otro lado, en una materia como es la Biología y Geología, no se podría concebir un proceso de enseñanza sin recurrir a la realización de prácticas, tanto en laboratorio, como en el medio natural, o a la resolución de casos prácticos que puedan afectar a la vida cotidiana de los alumnos.
- Aprendizaje basado en la investigación: Busca que el estudiante trabaje de forma similar a como lo hacen los científicos, desarrollando habilidades de observación, investigación y experimentación. En este tipo de metodología, el docente únicamente proporciona a los alumnos los materiales y recursos necesarios para que puedan desarrollar su conocimiento, siendo su figura la de un guía del aprendizaje. Este tipo de metodología requiere que los alumnos busquen en sus propias ideas previas y a partir de ello puedan resolver un problema o situación.
- Notas Cornell: Mediante este método de toma de apuntes, los alumnos son capaces de implicarse aún más en la escucha activa, el análisis, la síntesis, la selección de contenidos y la organización de los mismos. Esta metodología les va a permitir centrarse en aquello que de verdad es más importante y que deben conocer para poder asimilar y superar un conjunto de contenidos.

9. Temporalización y recursos.

Según lo establecido en el Anexo I de la Orden de 15 de enero de 2021, el horario lectivo de la asignatura de Biología y Geología, en el curso 1º de Bachillerato, para la Comunidad Autónoma de Andalucía, contará con 4 horas o sesiones lectivas semanales.

Teniendo en cuenta que el curso académico 2021-2022 cuenta con 178 días lectivos y, en función del número y complejidad de contenidos propuestos para esta Unidad Didáctica, se prevé que serán necesarias 6 sesiones, de 55 minutos cada una, para el correcto desarrollo de la misma. Además, se llevará a cabo una séptima sesión, tras la vuelta de vacaciones de Semana Santa, en la que se realizará una prueba escrita para la evaluación de todos los contenidos de la Unidad.

Por lo tanto, el desarrollo de toda la Unidad ocupará unas 2 semanas, que se impartirán en el mes de abril (Tabla 2), siendo esta unidad la primera que se imparta del bloque de contenidos 6, el cual, será el último bloque de contenidos impartido en el curso académico (ya que los bloques de contenidos relacionados con la geología se habrían impartido al comienzo del curso escolar).

Tabla 2. Calendario escolar de abril de 2022. Los días marcados en color amarillo y azul son los días en los que se imparte clase de la materia de Biología y Geología para 1º de Bachillerato. Los días marcados en amarillo son los días que ocupará el desarrollo de esta Unidad Didáctica. Los días marcados en rojo corresponde a festivo por la Semana Santa.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
				1 Sesión 1
4 Sesión 2	5	6 Sesión 3	7 Sesión 4	8 Sesión 5
11 Semana Santa	12 Semana Santa	13 Semana Santa	14 Semana Santa	15 Semana Santa
18 Sesión 6	19	20 Sesión 7 (Examen)	21	22
25	26	27	28	29

9.1. Recursos y materiales.

A continuación, se enumeran los diferentes recursos que estarán al alcance del docente para la realización de las diferentes actividades durante el desarrollo de esta Unidad Didáctica:

- Aula ordinaria: dispone de pupitres individuales, una pizarra tradicional y una pizarra digital, conectada a un ordenador portátil. En esta aula, será donde tengan lugar la mayoría de sesiones, y se podrán realizar las clases expositivas y la mayoría de actividades.
- Aula de informática grande: dispone de 26 puestos con ordenadores, separados entre sí, en los que los alumnos podrán trabajar las actividades que requieran la utilización de las TIC.
- Laboratorio de biología y geología: Laboratorio grande que dispone de 38 puestos, con material diverso, que permitiría la realización de ciertas prácticas no muy complejas.

El material necesario, por parte de los alumnos, para el trabajo de la Unidad Didáctica será el siguiente:

- Libro de texto de Biología y Geología, 1º de Bachillerato.
- Cuaderno de clase.
- Material impreso, proporcionado por el profesor.

9.2. Secuenciación y descripción de las actividades.

A continuación, se detallará el desarrollo de las 9 sesiones previstas, con una descripción de las actividades propuestas en cada una de ellas:

Sesión 1
Contenidos: CD1, CD2.
Objetivos didácticos: OD1, OD2, OD3.
Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje: 1, 1.1.
Actividad 1: Evaluación de ideas previas (10') Antes de comenzar el desarrollo de la Unidad, se les realizará a los alumnos una prueba inicial para evaluar sus conocimientos previos de los contenidos y detectar las ideas previas. Esta evaluación inicial se llevará a cabo mediante la aplicación <i>Plickers</i> , cuyo funcionamiento y preguntas propuestas se detalla en el ANEXO I.1. Los porcentajes de las respuestas podrán verse en tiempo real mediante la proyección de

la pantalla del ordenador de aula en la pizarra digital. Los datos obtenidos de esta evaluación inicial serán analizados por el profesor para determinar el nivel del que parten los alumnos para el desarrollo de esta Unidad Didáctica, así como para detectar posibles ideas previas, o la necesidad de actividades de refuerzo o ampliación, u otras adaptaciones curriculares.

Actividad 2: Realización de un glosario de palabras clave.

En cuestión de pocos minutos se les entregará a todos los alumnos un glosario de vocabulario científico, con palabras que les serán clave para la comprensión de los contenidos de la Unidad. Este glosario contendrá el listado de palabras sin la definición, la cual deberán ir aportando los propios alumnos a lo largo de desarrollo de toda la Unidad, y entregarlo al final de la misma al profesor. El listado de palabras propuestas para el mismo se detalla en el ANEXO I.2.

Actividad 3: Introducción de la Unidad y clase magistral acerca de la función de nutrición en los animales (15')

Se comentará a los alumnos los distintos contenidos que se van a abordar a lo largo de toda la Unidad, así como la fecha de la prueba escrita y el grupo o grupos de contenidos y Unidades que abarcará.

Después, mediante el uso de la pizarra digital, una presentación en PowerPoint y el uso de la pizarra tradicional para la realización de esquemas, se dará una clase magistral a los alumnos en la que se les explicará el significado de la nutrición en los animales, se les definirán los conceptos de *nutrición heterótrofa* y *alimentación*, y se les explicará el esquema general de los distintos procesos mediante los que se lleva a cabo la nutrición.

El o los esquemas que se realicen en la pizarra deberán ser copiados y completados por los alumnos en su cuaderno de clase.

Actividad 4: Grupos de expertos (30').

Durante el último tramo de la clase, se formarán grupos de 4 alumnos para la realización de la actividad *grupo de expertos en los procesos del aparato digestivo*. En cada grupo, que llamaremos "grupo base", se asignará un número, del 1 al 4 a cada miembro y se les dará la tarea de obtener toda la información posible acerca de un proceso concreto del aparato digestivo. Los procesos asignados para su estudio serán los siguientes:

1. *Captura e ingestión directa o pasiva del alimento.*
2. *Captura e ingestión activa del alimento.*
3. *Digestión intracelular.*

4. Digestión extracelular.

Una vez asignados los números y el proceso a desarrollar a cada miembro de cada grupo, los alumnos con el mismo número (es decir, con el mismo proceso) deben reunirse y, mediante la información que se expone en el libro de texto, deben extraer dicha información y entender el desarrollo del proceso asignado (con la ayuda de todos los compañeros). Trascurridos 10 minutos, los alumnos volverán a reunirse con su grupo base y cada miembro deberá explicar al resto el proceso que le haya tocado.

Durante los últimos 7-8 minutos de clase, se les hará preguntas aleatorias a los alumnos, acerca de estos cuatro procesos, para comprobar si realmente han sido capaces de entenderlos y explicarlos a sus compañeros.

Sesión 2

Contenidos: CD3.

Objetivos didácticos: OD4, OD5.

Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje: 2, 3, 4, 4.1, 29

Actividad 5: Resolución de dudas y repaso de los contenidos vistos el día anterior (5')

Durante el inicio de la clase, se enumerarán los contenidos, conceptos y procesos que se estudiaron en la clase anterior y se preguntará a los alumnos si tienen alguna duda acerca de ello. En caso afirmativo se resolverán dichas dudas.

Actividad 6: Clase expositiva y mapa conceptual del aparato digestivo en invertebrados (20')

Durante esta actividad, se dará a los alumnos una clase expositiva en la que se les explicará, de forma general, los diferentes modelos de aparato digestivo que pueden encontrarse en los principales grupos de invertebrados y vertebrados. Para ellos, se utilizará de apoyo una presentación en PowerPoint, donde se mostrarán imágenes de los modelos animales y, además, se realizará un mapa conceptual en la pizarra, que los alumnos deberán copiar. Durante esta actividad, se desarrollarán las siguientes modelos de aparato digestivo: *animales sin aparato digestivo*, *animales con cavidad gastrovascular*, *animales con tubo digestivo sin glándulas*, *animales con tubo digestivo y glándulas* y *animales con tubo digestivo complejo (vertebrados)*.

Actividad 7: Notas Cornell (25')

En la última mitad de la clase, los alumnos deberán realizar una toma de apuntes mediante Notas Cornell. Para ello, el profesor entregará unas plantillas (ANEXO I.3), previamente diseñadas, a cada alumno, y se les propondrá que lean la información del

libro de texto acerca de las distintas partes del aparato digestivo de vertebrados.

Los alumnos de 1º de Bachillerato ya deben conocer los distintos órganos principales que componen todo el tubo digestivo en los vertebrados (contenidos que se estudian en 3º de ESO), por lo que los contenidos que se desarrollan en esta Unidad, acerca de este tema, son una pequeña ampliación de los mismos, en la que se hace mayor hincapié en la función de cada uno de los órganos que componen el tubo digestivo, así como una pequeña explicación de la histología y productos de secreción del estómago, intestino delgado, páncreas e hígado.

La actividad, en esencia, consiste en que los alumnos lean la información proporcionada, saquen sus propias conclusiones y tomen nota de las ideas clave, pequeñas anotaciones aclaratorias y un pequeño resumen del contenido, siguiendo la estructura de la plantilla. Esto hará que ellos mismo pongan mayor atención a la información y sean capaces de distinguir las ideas clave que les serán necesarias para la realización de la prueba escrita final. Además, se pretende hacer hincapié en su capacidad de síntesis y de toma de decisiones.

La toma de apuntes de estas Notas Cornell seguirá las siguientes premisas, como guía:

- *Nombre del órgano.*
- *Función principal.*
- *Estructuras destacadas.*
- *Productos de secreción (si los hay).*
- *Principales variaciones en los distintos grupos de vertebrados (si las hay).*

Por supuesto, el profesor, durante ese tiempo, estará supervisando, guiando y resolviendo las dudas a los alumnos.

Al final de la clase, se entregará la plantilla al profesor.

Sesión 3
Contenidos: CD4, CD5, CD6.
Objetivos didácticos: OD6, OD7, OD9.
Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje: 6, 6.1, 6.2, 29
Actividad 8: Resolución de dudas y repaso de los contenidos vistos el día anterior (5')
Durante el inicio de la clase, se enumerarán los contenidos, conceptos y procesos que se estudiaron en la clase anterior y se preguntará a los alumnos si tienen alguna duda

acerca de ello. En caso afirmativo se resolverán dichas dudas.

Actividad 9: Clase expositiva y realización de mapa conceptual (30')

Con ayuda de la pizarra, se explicará a los alumnos los siguientes conceptos y procesos:

- *El proceso de transporte de sustancias, la circulación. Principales funciones.*
- *Sistemas de circulación o transporte en animales: transporte por difusión y transporte mediante aparato especializado.*
- *Partes principales que conforman un aparato circulatorio: fluido circulatorio, conductos y bomba impulsora.*

Para ello, apoyando la exposición oral de los conceptos, se realizará un mapa conceptual en la pizarra que los alumnos deberán copiar y completar.

Actividad 10: Diseño de maquetas de los distintos sistemas circulatorios (20')

Se dará a los alumnos una clase expositiva, haciendo uso del PowerPoint, en la que se les explicará los distintos tipos de sistemas circulatorios que existen y un esquema general de los mismos: *sistema circulatorio abierto, cerrado simple, cerrado doble incompleto y cerrado doble completo.*

Tras esto, se les encomendará una actividad en la que tendrán que diseñar una maqueta de los distintos tipos de aparatos circulatorios explicados. Para ello, se dividirá a todos los alumnos en 4 grupos diferentes, y cada grupo deberá fabricar una maqueta funcional que represente el sistema circulatorio que se les encargue:

- Grupo 1, sistema circulatorio en moluscos gasterópodos.
- Grupo 2, sistema circulatorio en peces.
- Grupo 3, sistema circulatorio en anfibios o reptiles.
- Grupo 4, sistema circulatorio en mamíferos o aves.

Para la fabricación de tales maquetas, se propone una lista de materiales sugeridos, de fácil adquisición, que pueden utilizarse para asemejar las distintas partes del aparato circulatorio:

- Pequeños tubos de plástico o goma, asemejan la función de los vasos conductores.
- Pera bombeadora de agua, asemeja el órgano bombeador.
- Recipiente que soporte la estructura y actúe como cuerpo del animal.
- Agua con colorante, asemeja el fluido circulante.

Tras la vuelta de las vacaciones de Semana Santa, cada grupo deberá explicar el funcionamiento del sistema circulatorio asignado, haciendo uso de su maqueta para ilustrarlo.

Sesión 4

Contenidos: CD6

Objetivos didácticos: OD7, OD8.

Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje: 6, 6.2, 30

Actividad 11: Práctica de laboratorio. Disección de un corazón (55')

Esta sesión se realizará en el laboratorio de Biología y Geología.

Para llevar a cabo la práctica, los alumnos deberán llevar a clase el protocolo de disección que se les facilitó previamente mediante la plataforma Google Classroom. El protocolo de disección se detalla en el ANEXO I.4.

Además, deberán conocer todas las medidas de seguridad en el laboratorio, que ya se habrán impartido en prácticas realizadas durante el desarrollo de Unidades Didácticas anteriores. Por último, será necesario el uso de material de disección (cubeta de disección, guantes, pinzas, tijeras y aguja enmangada), el cual se encuentra disponible en el laboratorio.

La práctica consiste en la disección de un corazón de mamífero, que realizarán los alumnos en parejas de 3 o 4. Para ello, el profesor, previamente, habrá obtenido 7 corazones en una carnicería, preferiblemente de cerdo o cordero, ya que tienen un tamaño más grande para facilitar el manejo y la observación de las diferentes estructuras de interés.

Antes de comenzar con el proceso, se les dará a los alumnos una práctica oral, de 5 a 10 minutos, en la que se expondrá el objetivo de la práctica, el procedimiento a seguir, y las tareas que deberán realizar acerca de la misma.

El desarrollo de la disección y la identificación de las distintas estructuras anatómicas se detalla en el ANEXO I.

Al finalizar la práctica, los alumnos deberán responder a una serie de preguntas que se encuentran al final del mismo protocolo.

Por supuesto, durante todo el desarrollo de la práctica, el profesor supervisará y ayudará a todos los grupos.

Sesión 5
Contenidos: CD1, CD2, CD3, CD4, CD5, CD6 Objetivos didácticos: OD10 Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje: 29
Actividad 12: Trabajo de investigación mediante el uso de las TIC (50') Esta actividad se realizará en el aula TIC. Haciendo uso de los ordenadores del aula TIC, los alumnos tendrán que indagar en bases de datos y otras webs, acerca de distintas estrategias que los principales grupos de animales han desarrollado para adaptarse a la función de nutrición en los distintos ambientes donde se desarrollan. El objetivo final de esta actividad será la realización de un poster (ejemplo de poster en ANEXO I.5), en el que los alumnos deberán plasmar varios ejemplos de adaptaciones al medio de algunos animales, haciendo uso de ilustraciones, esquemas y tablas.

Sesión 6
<i>Esta sesión tendrá lugar después de las vacaciones de Semana Santa</i>
Contenidos: CD1, CD2, CD3, CD4, CD5, CD6 Objetivos didácticos: OD1, OD2, OD3, OD4, OD5, OD6, OD7, OD8, OD9 Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje: —
Actividad 10: Exposición de los distintos tipos de aparato circulatorio (20'). Cada grupo dispondrá de 5 minutos para salir a la pizarra y exponer al resto de la clase el funcionamiento del sistema circulatorio asignado. Para ello, deberán apoyarse en la maqueta diseñada, y ésta deberá ayudarles a ilustrar la explicación.
Actividad 13: Repaso de los contenidos de la Unidad Didáctica mediante la aplicación Kahoot (15'). Debido a que la sesión se realizará tras la vuelta de las vacaciones de Semana Santa, esta actividad es especialmente importante de cara al examen, ya que los alumnos no suelen repasar o estudiar demasiado los contenidos en época festiva. Para repasar todos los contenidos estudiados en esta Unidad Didáctica y de cara a la prueba escrita final, los alumnos deberán resolver distintas preguntas acerca de los distintos conceptos, estructuras y procesos explicados, de nuevo, haciendo uso de la aplicación móvil <i>Plickers</i> (ANEXO I.6). Al finalizar la ronda de preguntas, se resolverán

aquellas dudas y preguntas con mayor número de fallos que existan.

Actividad 14: Corrección de la Notas Cornell y conceptos del glosario (30').

Para finalizar la clase de repaso, se le entregará a cada alumno su trabajo de las Notas Cornell corregido. Además, se comentarán los errores y anotaciones sobre esta actividad, que servirán para la resolución de dudas, de cara a la realización del examen.

Por último, se leerán en voz alta las definiciones del glosario propuesto al inicio de la Unidad, y se corregirán las definiciones erróneas.

Sesión 7

Contenidos: CD1, CD2, CD3, CD4, CD5, CD6

Objetivos didácticos: OD1, OD2, OD3, OD4, OD5, OD6, OD7, OD8, OD9

Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje: 1, 1.1, 2, 3, 4, 4.1, 6, 6.1, 6.2

Actividad 15: Realización del examen final (60')

Después de finalizar todas las sesiones de la presente Unidad Didáctica, se realizará una prueba escrita para evaluar los contenidos.

El examen consistirá en una serie de preguntas cortas, una pregunta de desarrollo y preguntas de aplicación.

El modelo del examen se detalla en el ANEXO III.

10. Evaluación.

La evaluación debe entenderse como el proceso mediante el cual, los docentes pueden conocer en qué medida se están desarrollando y consiguiendo todo aquello que se pretendía al inicio de la Unidad, y debe reflejar lo que se ha conseguido realmente al finalizar la misma, con vista a controlar y regular los procesos de enseñanza y aprendizaje.

10.1. Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje.

Según el RD 1105/2014, los criterios de evaluación *“son el referente específico para evaluar el aprendizaje del alumnado. Describen aquello que se quiere valorar y que el alumnado debe lograr, tanto en conocimientos como en competencias; responden a lo que se pretende conseguir en cada asignatura”*. Por otro lado, los estándares de aprendizaje son *“especificaciones de los criterios de evaluación que*

permiten definir los resultados de aprendizaje, y que concretan lo que el estudiante debe saber, comprender y saber hacer en cada asignatura; deben ser observables, medibles y evaluables y permitir graduar el rendimiento o logro alcanzado. Su diseño debe contribuir y facilitar el diseño de pruebas estandarizadas y comparables”.

En el Anexo III de la Orden de 15 de enero de 2021 se detallan los diferentes criterios de evaluación y estándares de aprendizaje propuestos para el desarrollo de la materia de Biología y Geología de 1º de Bachillerato en la Comunidad de Andalucía. Además, se relacionan dichos criterios y estándares con las diferentes competencias clave que se desarrollan con su consecución.

De entre todos ellos, los que se van a utilizar durante el transcurso de esta Unidad Didáctica son los siguientes:

1. Comprender los conceptos de nutrición heterótrofa y de alimentación. CMCT.
 - 1.1. Argumenta las diferencias más significativas entre los conceptos de nutrición y alimentación.
2. Distinguir los modelos de aparatos digestivos de los invertebrados. CMCT, CAA.
3. Distinguir los modelos de aparatos digestivos de los vertebrados. CMCT, CAA.
4. Diferenciar la estructura y función de los órganos del aparato digestivo y sus glándulas. CMCT, CAA.
 - 4.1. Relaciona cada órgano del aparato digestivo con la función/es que realizan.
6. Comprender los conceptos de circulación abierta y cerrada, circulación simple y doble incompleta o completa. CMCT, CAA.
 - 6.1. Relaciona circulación abierta y cerrada con los animales que la presentan, sus ventajas e inconvenientes.
 - 6.2. Asocia representaciones sencillas del aparato circulatorio con el tipo de circulación (simple, doble, incompleta o completa).
29. Reconocer las adaptaciones más características de los animales a los diferentes medios en los que habitan. CMCT, CAA.
30. Realizar experiencias de fisiología animal. CMCT, CAA, SIEP.

10.2. Sistema de evaluación.

El sistema de evaluación que se utilizará en esta Unidad Didáctica tendrá carácter sumativo, es decir, que se realizará con carácter final y para comprobar si realmente se han alcanzado todos los objetivos previstos.

De este modo, la evaluación se realizará en distintos momentos del desarrollo de la Unidad:

- Evaluación inicial: mediante un cuestionario antes del inicio de la propia Unidad Didáctica, que servirá para determinar el estado de partida de los alumnos, en cuanto a conceptos se refiere y que, a su vez, se utilizará como test para determinar las posibles ideas previas arraigadas en los mismos.
- Evaluación continua: mediante el cuaderno de clase y el repaso de las clases anteriores y preguntas a los alumnos.
- Evaluación final: mediante una prueba escrita al final de la Unidad Didáctica y la corrección de ciertas tareas propuestas a los alumnos.

10.3. Instrumentos de evaluación.

- Examen final de los contenidos teóricos: consistirá en una prueba escrita en la que se realizarán, a los alumnos, una serie de preguntas cortas, una pregunta de desarrollo, y preguntas de aplicación, para determinar el nivel de conocimientos y comprensión de los mismos adquiridos durante todo el desarrollo de la Unidad. La rúbrica de corrección se especifica en el ANEXO III.
- Plan de clase: En esta herramienta se englobarán la entrega del cuaderno de clase, en el que los alumnos habrán ido copiando y completando los mapas conceptuales que el profesor haya hecho en la pizarra durante las diferentes sesiones de clase; las Notas Cornell, las cuestiones de la práctica de laboratorio y el glosario propuesto al inicio de la Unidad. La rúbrica de evaluación se especifica en el ANEXO II.
- Exposición sobre los tipos de aparato digestivo. La rúbrica de evaluación se especifica en el ANEXO II.
- Realización de un poster acerca de adaptaciones animales. La rúbrica de evaluación se especifica en el ANEXO II.

10.4. Criterios de calificación.

Los criterios de calificación que se utilizarán para determinar si cada alumno ha superado o no la evaluación de la Unidad Didáctica, se detallan en la Tabla 3, en función de los diferentes instrumentos de evaluación.

Tabla 3. Desglose de los instrumentos de evaluación utilizados como criterios de calificación de la presente Unidad Didáctica, junto a la ponderación que se la aplica a cada instrumento, respecto del total de la Unidad.

Instrumentos de evaluación	Ponderación
Examen escrito	60 %
Plan de clase	10 %
Exposición oral	15%
Entrega del poster	15%

11. Atención a la diversidad.

Para responder a las necesidades educativas concretas del alumnado para la consecución de las competencias clave y los objetivos, el centro educativo dispone de una serie de medidas organizativas y curriculares. Así, para el alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo, entre otras medidas de atención a la diversidad, podrían utilizarse el refuerzo educativo, la diversificación curricular y las adaptaciones curriculares significativas.

Dada la diversidad de alumnado que podemos encontrar en el aula, adaptaremos los contenidos a esta situación. Será, por tanto, necesaria la propuesta de actividades de refuerzo para alumnos con necesidades educativas especiales e incluso los de incorporación tardía al sistema educativo y de compensación educativa, pudiendo utilizar algunas actividades de desarrollo y aprendizaje, pero descompuestas y planteadas de distinta manera.

En el caso contrario, de alumnos con altas capacidades intelectuales, o simplemente aventajados, se propondrán actividades de ampliación, siendo válidas, como en el caso anterior, las actividades de desarrollo y aprendizaje con un nivel superior de elaboración y realizadas con mayor autonomía.

CONCLUSIONES.

Como conclusión del presente Trabajo Fin de Máster, he de hacer hincapié en los objetivos principales que se han ido desglosando a lo largo del mismo.

El presente trabajo se ha elaborado en base a la temática del aparato digestivo en los principales grupos de invertebrados y su relación con la función de nutrición (en la que participan otros sistemas) porque es un tema que tiene trascendencia más allá de su mero estudio teórico, ya que éste es el punto de partida para el estudio de muchas otras ramas del conocimiento de las ciencias biológicas y ciencias de la salud. Además, para los alumnos de la etapa de Bachillerato, esta sería su última oportunidad de tratar una temática en la que se incluye anatomía y fisiología animal, que son dos campos de las ciencias biológicas que les suelen resultar bastante interesantes, sobre todo dada la tendencia de estos alumnos a elegir carreras de ciencias de la salud; y porque estos conceptos han sido estudiados previamente en el curso 3º de ESO, únicamente en humanos, y es necesario que conozca la gran variedad de estructuras anatómicas que existen en el mundo que les rodea, y en el reino animal en general, al que los humanos pertenecemos como especie.

Con el desarrollo de la propuesta didáctica el principal objetivo del presentes trabajo era el de elaborar una Unidad Didáctica que englobase una serie de contenidos, relacionados con esta temática, y llevar a los alumnos a través de un camino de actividades y experiencias que les atrajeran y despertasen su interés por aprender y descubrir nuevos conocimientos; además de que sean capaces de utilizarlos para su desarrollo futuro. Para conseguir este objetivo, ha sido muy importante el haber recurrido a metodologías que fomenten la implicación y participación activa de todos los alumnos en el aula. Por ello, con las diferentes actividades se ha intentado implementar algunas de estas metodologías (Aprendizaje cooperativo, Prácticas como método de aprendizaje, etc.); sin olvidar el uso del aprendizaje transmisivo mediante clases expositivas, ya que siempre serán necesarias para la introducción y puesta en situación de los contenidos, como mínimo, además de que, en esta etapa de Bachillerato, es importante que los alumnos vayan desarrollando habilidades de escucha activa, toma de apuntes y síntesis de la información recibida.

Gracias a la redacción de este trabajo y al desarrollo de las prácticas docentes previas, a nivel personal, he podido tomar aún más en consideración la importancia de la labor docente para el desarrollo de las futuras generaciones, y la implicación activa en el proceso de enseñanza-aprendizaje, debiendo ser el profesor uno más del aula, que ayude a los alumnos, no solo a alcanzar los objetivos propuestos, sino a que puedan alcanzar esa motivación interna que les impulse a querer ser más y a desarrollarse cada día más, sin ponerse limitaciones o barreras de ningún tipo.

REFERENCIAS.

- Abolafia, J., y Peña-Santiago, R. (2007). Nematodes of the order rhabditida from Andalucía Oriental, Spain. The genera *Protorhabditis* (Osche, 1952) Dougherty, 1953 and *Diploscapter* Cobb, 1913, with description of *P. spiculocrestata* sp. n. and a species *Protorhabditis* key. *Journal of Nematology*, 39(3), 263-274.
- Annunziata, R., Andrikou, C., Perillo, M., Cuomo, C., y Arnone, M. I. (2019). Development and evolution of gut structures: from molecules to function. *Cell and Tissue Research*, 377(3), 445-458. <https://doi.org/10.1007/s00441-019-03093-9>
- Antoniazzi, M. M., y Silveira, M. (1996). Studies on *Stenostomum grande* child, 1902 (Platyhelminthes, Catenulida): Fine structure of the digestive tract and the endocytotic activity of the gastrodermis. *Acta Zoologica*, 77(1), 25-32. <https://doi.org/10.1111/j.1463-6395.1996.tb01250.x>
- Arendt, D., Technau, U., y Wittbrodt, J. (2001). Evolution of the bilaterian larval foregut. *Nature*, 409(6816), 81-85. <https://doi.org/10.1038/35051075>
- Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*, 15(3), 210-2017. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2004.3.66178>
- Bertemes, P., Grosbusch, A. L., y Egger, B. (2020). No head regeneration here: regeneration capacity and stem cell dynamics of *Theama mediterranea* (Polycladida, Platyhelminthes). *Cell and Tissue Research*, 379(2), 301-321. <https://doi.org/10.1007/s00441-019-03094-8>
- Berzins, I. K., Yanong, R. P. E., Ladouceur, E. E. B., y Peters, E. C. (2021). Cnidaria. *Invertebrate Histology*.
- Bogitsh, B. J. (1993). A Comparative Review of the Flatworm Gut with Emphasis on the Rhabdocoela and Neodermata. *Transactions of the American Microscopical Society*, 112(1), 1. <https://doi.org/10.2307/3226777>
- Boyle, M. J., y Seaver, E. C. (2010). Expression of FoxA and GATA transcription factors correlates with regionalized gut development in two lophotrochozoan marine worms: *Chaetopterus* (Annelida) and *Themiste lageniformis* (Sipuncula). *EvoDevo*, 1(1), 2. <https://doi.org/10.1186/2041-9139-1-2>
- Burton, P. M. (2008). Insights from diploblasts; the evolution of mesoderm and muscle. *Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution*, 310(1), 5-14. <https://doi.org/10.1002/JEZ.B.21150>
- Campanario, J. M., y Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las*

- ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 18(2), 155-169.
<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21652>
- Cavalcanti, F. F., y Klautau, M. (2011). Solenoid: A new aquiferous system to Porifera. *Zoomorphology*, 130(4), 255-260. <https://doi.org/10.1007/s00435-011-0139-7>
- Ceccaldi, H. J. (1989). Anatomy and physiology of digestive tract of Crustaceans Decapods reared in aquaculture . *Aquaculture*, 9, 243-259.
- Chapman, R. F. (1998). *The Insects: Structure and Function*. Cambridge University Press.
https://books.google.es/books?id=jHUCdbgW4MACydgq=The+insects:+structure+and+functionylr=yhl=esysource=gbs_navlinks_s
- Consejería de Educación y Deporte (2016). Decreto 110/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Andalucía. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*. 122, 11-26. Publicado el 28-06-2016.
- Consejería de Educación y Deporte (2020). Decreto 183/2020, de 10 de noviembre, por el que se modifica el Decreto 110/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Andalucía, y el Decreto 301/2009, de 14 de julio, por el que se regula el calendario y la jornada escolar en los centros docentes, a excepción de los universitarios. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*. 221, 38-47. Publicado el 16-11-2020.
- Consejería de Educación y Deporte (2021). Orden de 15 de enero de 2021, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la etapa de Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*. Ext. 7, 224-655. Publicado el 28-01-2021.
- Dale, E. (1969). *Audiovisual methods in teaching*. (3d ed.). Dryden Press.
- Di Camillo, C., Bo, M., Puce, S., Tazioli, S., y Bavestrello, G. (2006). The cnidome of *Carybdea marsupialis* (Cnidaria: Cubomedusae) from the Adriatic Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 86(4), 705-709.
<https://doi.org/DOI: 10.1017/S0025315406013609>
- Dolmatov, I. Y. (2020). Variability of Regeneration Mechanisms in Echinoderms. *Russian Journal of Marine Biology*, 46(6), 391-404.
<https://doi.org/10.1134/S106307402006005X>
- Doris M. Kermack. (1955). The anatomy and physiology of the gut of the polychaete *Arenicola marina* (L.). *Journal of Zoology*, 125(2), 347-381.

- Dunn, C. W., Giribet, G., Edgecombe, G. D., y Hejnol, A. (2014). Animal phylogeny and its evolutionary implications. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 45(September), 371-395. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-120213-091627>
- Eernisse, D. J., Albert, J. S., y Anderson, F. E. (1992). Annelida and arthropoda are not sister taxa: A phylogenetic analysis of spiralian metazoan morphology. *Systematic Biology*, 41(3), 305-330. <https://doi.org/10.1093/sysbio/41.3.305>
- Ereskovsky, A., y Lavrov, A. (2021). Porifera. *Invertebrate Histology*.
- Fedyaeva, M. A., y Tchesunov, A. V. (2021). Stoma and intestine ultrastructure of the marine free-living nematode *Odontophora deconincki* (Nematoda: Araeolaimida: Axonolaimidae). *Nematology*, 1-18. <https://doi.org/https://doi.org/10.1163/15685411-bja10114>
- Fernández Hernández, J. (2002). Algunas consideraciones para la utilización de las ideas previas en la enseñanza de las ciencias morfológicas veterinarias. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 1(3), 2.
- Field, K. G., Olsen, G. J., Lane, D. J., Giovannoni, S. J., Ghiselin, M. T., Raff, E. C., Pace, N. R., y Raff, R. A. (1988). Molecular phylogeny of the animal kingdom. *Science*, 239(4841), 748-753. <https://doi.org/10.1126/science.3277277>
- Foelix, R. F. (2010). *Biology of Spiders*. Oxford University Press. https://books.google.com/books/about/Biology_of_Spiders.html?hl=es&id=eOUVDAAQBAJ
- Gallardo, P., Olivares, A., Martínez-Yáñez, R., Caamal-Monsreal, C., Domingues, P. M., Mascaró, M., Sánchez, A., Pascual, C., y Rosas, C. (2017). Digestive Physiology of *Octopus maya* and *O. mimus*: Temporality of Digestion and Assimilation Processes. En *Frontiers in Physiology* (Vol. 8, p. 355). <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fphys.2017.00355>
- García-Arrarás, J. E., Lefebvre-Rivera, M., y Qi-Huang, S. (2019). Enteroendocrine cells in the Echinodermata. *Cell and Tissue Research*, 377(3), 459-467. <https://doi.org/10.1007/s00441-019-03053-3>
- Giribet, G. (2016). New animal phylogeny: future challenges for animal phylogeny in the age of phylogenomics. *Organisms Diversity and Evolution*, 16(2), 419-426. <https://doi.org/10.1007/s13127-015-0236-4>
- Giribet, G., Dunn, C. W., Edgecombe, G. D., y Rouse, G. W. (2007). A modern look at the animal tree of life. *Zootaxa*, 79(1668), 61-79. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1668.1.8>
- Giribet, G., y Edgecombe, G. D. (2020). The Invertebrate Tree of Life. En *The*

- Invertebrate Tree of Life*. Princeton University Press.
<https://doi.org/10.2307/j.ctvscxrhm>
- Godefroy, N., Le Goff, E., Martinand-Mari, C., Belkhir, K., Vacelet, J., y Baghdiguian, S. (2019). Sponge digestive system diversity and evolution: filter feeding to carnivory. *Cell and Tissue Research*, 377(3), 341-351.
<https://doi.org/10.1007/s00441-019-03032-8>
- Hartenstein, V., y Martínez, P. (2019). Structure, development and evolution of the digestive system. *Cell and Tissue Research*, 377(3), 289-292.
<https://doi.org/10.1007/s00441-019-03102-x>
- Hickman, C., Roberts, L., Keen, S., Larson, A., Anson, H., y Eisenhour, D. (2009). Principios Integrales de Zoología. En *Principios integrales de Zoología*.
- Klann, A. E., y Alberti, G. (2010). Histological and ultrastructural characterization of the alimentary system of solifuges (Arachnida, Solifugae). *Journal of Morphology*, 271(2), 225-243. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jmor.10794>
- Lawrence, J. M. (2001). Function of eponymous structures in echinoderms: a review. *Canadian Journal of Zoology*, 79(7), 1251-1264. <https://doi.org/10.1139/cjz-79-7-1251>
- Lobo-da-Cunha, A. (2019). Structure and function of the digestive system in molluscs. *Cell and Tissue Research*, 377, 475-503.
- Luchtel, D. L., Martin, A. W., Deyrup-Olsen, I., y Boer, H. H. (1997). Gastropoda: pulmonata. En *Microscopic anatomy of invertebrates* (Vol. 6, pp. 459-718). Wiley-Liss New York.
- Mantel, L. (2012). *The Biology of Crustacea: Internal Anatomy and Physiological Regulation*. (Vol. 5). Elsevier Science.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2006). Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*. Publicado el 04-05-2006.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2008). Ley 17/2007, de 10 de diciembre, de Educación de Andalucía. *Boletín Oficial del Estado*. Publicado el 23-01-2008.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2013). Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. *Boletín Oficial del Estado*. Publicado el 10-12-2013.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2015). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, 3, 169-546. Publicado el 3-1-2015.

- Muhammad, F., Zhang, Z.-F., Shao, M.-Y., Dong, Y.-P., y Muhammad, S. (2012). Ontogenesis of digestive system in *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) (Crustacea: Decapoda). *Italian Journal of Zoology*, 79(1), 77-85. <https://doi.org/10.1080/11250003.2011.590534>
- Newton, A. L., y Dennis, M. M. (2021). Echinodermata. *Invertebrate Histology*, 1-18.
- Nielsen, C., Scharff, N., y Eibye-Jacobsen, D. (1996). Cladistic analyses of the animal kingdom. *Biological Jmml of the Linnean Society*, 57, 385-410. <https://academic.oup.com/biolinnean/article/57/4/385/2662900>
- Okano, D., Ishida, S., Ishiguro, S., y Kobayashi, K. (2015). Light and electron microscopic studies of the intestinal epithelium in *Notoplana humilis* (Platyhelminthes, Polycladida): the contribution of mesodermal/gastrodermal neoblasts to intestinal regeneration. *Cell and Tissue Research*, 362(3), 529-540. <https://doi.org/10.1007/s00441-015-2221-9>
- Pettibone, M. H. (1982). Annelida. En *Synopsis and Classification of Living Organisms* (Vol. 102, Número March, pp. 137-153). Proceedings of the Biological Society of Washington.
- Poinar, G. O. (2010). Nematoda and Nematomorpha. En *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates* (Third Edit, pp. 237-276). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374855-3.00009-1>
- Regodón, J. A. (2003). *Desarrollo embrionario y postembrionario*. <http://almez.pntic.mec.es/~jrem0000/dpbg/1bch/tema10/desarrollo-embrionario.htm>
- Rost-Roszkowska, M. M., Vilimova, J., y Chajec, Ł. (2010). Fine Structure of the Midgut Epithelium of *Atelura formicaria* (Hexapoda: Zygentoma: Ateluridae), with Special Reference to Its Regeneration and Degeneration. *Zoological Studies*, 49(1), 10-18. <http://zoolstud.sinica.edu.tw/Journals/49.1/10.pdf>
- Schadt, T., Prantl, V., Grosbusch, A. L., Bertemes, P., y Egger, B. (2021). Regeneration of the flatworm *Prosthiosomum siphunculus* (Polycladida, Platyhelminthes). *Cell and Tissue Research*, 383(3), 1025-1041. <https://doi.org/10.1007/s00441-020-03302-w>
- Schmidt-Rhaesa, A. (2007). Intestinal systems. En *The Evolution of Organ Systems* (pp. 218-239). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198566687.003.0012>
- Slobodkin, L. B., y Bossert, P. E. (2010). Cnidaria. En *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates* (pp. 125-142). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374855-3.00005-4>

- Steinmetz, P. R. H. (2019). A non-bilaterian perspective on the development and evolution of animal digestive systems. *Cell and Tissue Research*, 377(3), 321-339. <https://doi.org/10.1007/s00441-019-03075-x>
- Steinmetz, P. R. H., Aman, A., Kraus, J. E. M., y Technau, U. (2017). Gut-like ectodermal tissue in a sea anemone challenges germ layer homology. *Nature Ecology and Evolution*, 1(10), 1535-1542. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0285-5>
- Štrus, J., Žnidaršič, N., Mrak, P., Bogataj, U., y Vogt, G. (2019). Structure, function and development of the digestive system in malacostracan crustaceans and adaptation to different lifestyles. *Cell and Tissue Research*, 377(3), 415-443. <https://doi.org/10.1007/s00441-019-03056-0>
- Talarico, G., Lipke, E., y Alberti, G. (2011). Gross morphology, histology, and ultrastructure of the alimentary system of Ricinulei (Arachnida) with emphasis on functional and phylogenetic implications. *Journal of Morphology*, 272(1), 89-117. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jmor.10897>
- Zhang, X., Ji, B., Liu, S., Cao, D., Yang, J., Liu, J., Ji, S., Soleymaninejadian, E., y Wang, H. (2015). Research progress in anatomic structures of digestive system and symbiotes in termites. *Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition)*, 39(1), 155-161.
- Zheng, X., Zhang, Y., Wang, Y., Dong, Z., Hu, D., y Lu, W. (2016). Observation on digestive system in *Dactylispa setifera* Chapuis (Coleoptera: Hispididae). *Journal of Southern Agriculture*, 47(2), 223-226.

ANEXOS

ANEXO I. Diseño de las diferentes actividades propuestas.

I.1 Evaluación inicial mediante la aplicación *Plickers*.

a. ¿En qué consiste la aplicación *Plickers*?

Plickers es una aplicación web y móvil que permite al profesor realizar cuestionarios de forma rápida y que permite al docente recopilar datos de evaluación en tiempo real y sin necesidad de que los alumnos dispongan de dispositivos.

El funcionamiento es muy sencillo: el docente creará un cuestionario con las preguntas de interés (en este caso para realizar una evaluación inicial), que podrán ser de respuesta múltiple o de verdadero o falso y podrán ir acompañadas de imágenes, vídeos, gráficas o tablas, si es necesario; después se proyectan las preguntas, una a una, en la pizarra digital.

Para que los alumnos puedan dar su respuesta, previamente, el profesor habrá asignado un valor numérico, en la aplicación web, para cada alumno; y además, se le reparte a cada uno una ficha en la que aparece una figura, que es representativa de cada uno de los alumnos (Figura 20). Esta figura contiene cuatro caras distintas, cada una de las cuales representa una de las cuatro opciones de la pregunta de respuesta múltiple (A, B, C o D). El alumno deberá levantar su ficha con la cara correspondiente a la letra de la respuesta que considere correcta, hacia arriba. Tras esto, con la aplicación móvil de *Plickers*, el profesor escaneará con la cámara de su dispositivo todas las fichas de todos los alumnos, y esta aplicación detectará la respuesta que cada alumno está dando a la pregunta, en ese momento.

La aplicación va recogiendo los datos de las respuestas, tanto de forma individualizada, como en total del bloque del aula. Esto también permite al profesor proyectar, en tiempo real, los porcentajes de acierto y error, lo que puede permitir que los alumnos compitan entre ellos, de forma positiva, en dirección a esforzarse más por obtener el mayor número de aciertos posible, lo cual les motiva aún más a superar satisfactoriamente esta evaluación previa (ya que no tiene carácter calificativo en la evaluación final de la Unidad).

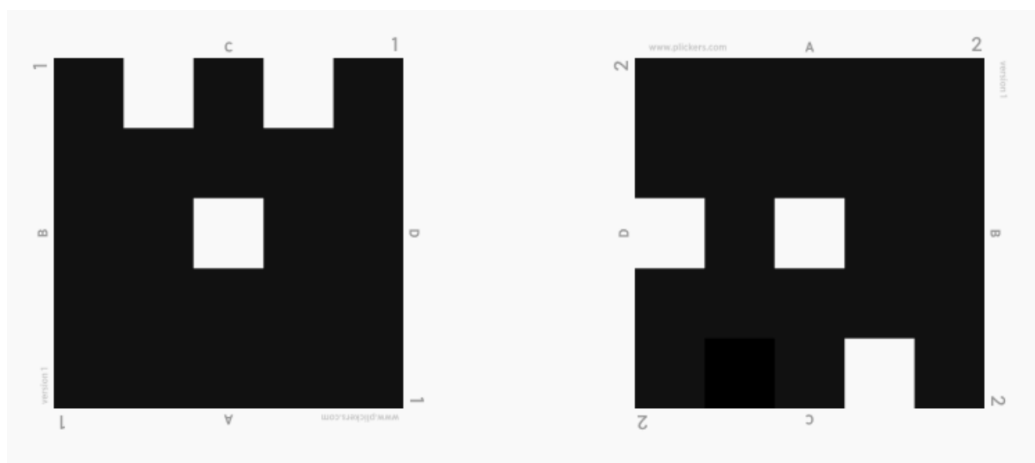


Figura 20. Ejemplo de ficha en la que aparecen dos figuras, cada una correspondiente a dos alumnos diferentes. En cada figura se indica el número de alumno al que hace referencia y la respuesta a la que está asociada cada lado o cara de la figura. Recuperada de: <https://help.plickers.com/hc/en-us/articles/360008948034-Get-Plickers-Cards>

b. Actividad 1. Preguntas realizadas para la evaluación inicial.

A continuación, se enumeran las cuestiones que conformarán la evaluación inicial, junto a las opciones de respuesta de cada una de ellas. Se marca en color verde la respuesta correcta a cada pregunta:

1. Cuando hablamos de *nutrición* y *alimentación* estamos hablando del mismo concepto.

A) Verdadero	B) Falso
--------------	----------

2. ¿Qué tipo de nutrición tienen los organismos animales?

A) Nutrición Autótrofa	B) Nutrición Heterótrofa
C) Nutrición Litótrofa	D) Nutrición Alimentaria

3. ¿Cuál de los siguientes no es un proceso que esté incluido en la función de nutrición en animales?

A) Digestión	B) Transporte de sustancias o circulación
C) Locomoción	D) Respiración

4. Indica cuál es el orden correcto en el que se encuentran los órganos del tubo digestivo en mamíferos, desde la boca hasta el ano.

A) Boca, Faringe, Esófago, Estómago, Intestino delgado, Intestino grueso, Ano	B) Boca, Esófago, Farínge Estómago, Intestino grueso, Intestino delgado, Ano
C) Boca, Laringe, Esófago, Estómago, Intestino delgado, Intestino grueso, Ano	D) Boca, Faringe, Esófago, Estómago, Hígado, Intestino delgado, Intestino grueso, Ano

5. ¿Poseen aparato digestivo los animales invertebrados?

A) Sí, todos los animales invertebrados tienen un tubo digestivo parecido al de vertebrados	B) No, todos los animales invertebrados carecen de órganos digestivos.
C) El aparato digestivo en los invertebrados es muy variado y algunos pueden carecer de órganos digestivos, mientras que otros tienen un tubo digestivo bien definido.	D) Sí, ya que todos los invertebrados son insectos y estos poseen tubo digestivo con distintos órganos especializados.

6. ¿El transporte de sustancias procedentes de la nutrición se hace en todos los animales a través de la sangre?

A) Sí, todos los animales poseen sangre, mediante la cual transportan los nutrientes y el oxígeno.	B) No, ya que algunos invertebrados carecen de aparato circulatorio y por lo tanto, de sangre.
C) No, ya que el fluido circulatorio de todos los animales no es la sangre, y existen otros tipos, como por ejemplo la hemolinfa.	D) B y C son correctas.

7. El corazón de los mamíferos está dividido en 4 cavidades principales. ¿Cuáles son?

A) 2 Aurículas y 2 Ventrículos	B) 2 Venas y 2 Artérias
C) 2 Venas y 2 Aurículas	D) Ninguna de las anteriores es correcta

8. En los mamíferos, ¿en qué dirección se produce la circulación sanguínea en el corazón?

A) Venas, Ventriculos, Aurículas, Arterias	B) Aurículas, Venas, Ventriculos, Arterias
C) Arterias, Venas, Ventriculos, Aurículas	D) Venas, Aurículas, Ventriculos, Arterias

1.2 Actividad 2. Glosario de vocabulario científico relacionado con la Unidad.

El listado de palabras que se propondrán para completar su definición, y que serán importantes para la correcta comprensión de los contenidos impartidos en esta Unidad es el siguiente:

- Nutrición
- Alimentación
- Nutrición heterótrofa
- Ingestión
- Digestión
- Ingestión pasiva
- Ingestión activa
- Digestión Intracelular
- Digestión extracelular
- Coanocito
- Amebocito
- Cavidad gastrovascular
- Tubo digestivo
- Glándula aneja
- Circulación
- Difusión
- Hidrolinfa
- Hemolinfa
- Ostiolo
- Laguna circulatoria
- Sistema circulatorio abierto
- Sistema circulatorio cerrado
- Sistema circulatorio simple
- Sistema circulatorio doble

I.3 Actividad 7. Plantilla para Notas Cornell.

RESUMEN	IDEAS CLAVE (Ideas principales, palabras clave, preguntas, etc.)	TÍTULO: ASIGNATURA:
	APUNTES O NOTAS DE CLASE	FECHA: HOLAS N°:

Figura 21. Plantilla para la realización de las Notas Cornell, que se entregará a cada alumno durante la Sesión 2. (Elaboración propia).

I.4 Actividad 7. Protocolo de disección de un corazón.

DISECCIÓN DE UN CORAZÓN

Objetivos:

- Conocer las partes del corazón de un mamífero.
- Comprender su funcionamiento.
- Diferenciar venas y arterias.

Materiales:

- Corazón de cerdo o cordero.
- Cubeta de disección, guantes, pinzas, tijeras y aguja enmangada.

Fundamento y procedimiento:

1- Observación de la anatomía externa:

- Observa el corazón por su parte externa:

Distingue en la parte superior dos pequeñas masas asimétricas que son las aurículas y en la parte inferior la región de los ventrículos. El corazón tiene una cara anterior o

ventral que es convexa y una cara posterior o dorsal que es plana. En la parte superior del corazón se distinguen conductos sanguíneos de dos tipos. Las arterias, que son de mayor diámetro y permanecen abiertas (sus paredes son elásticas y firmes), y las venas que son de menor diámetro y están cerradas y aplastadas (sus paredes no son elásticas).

- Cara anterior o ventral:

Colocamos el corazón apoyado sobre la cara dorsal, de este modo la aurícula y el ventrículo izquierdos quedan a nuestra derecha y la aurícula y ventrículo derecho a nuestra izquierda. La aurícula izquierda queda en posición avanzada respecto a la aurícula derecha. Entre los dos ventrículos se observa el surco anterior, que recorre oblicuamente el corazón, pero no termina en su vértice. Este surco, al coincidir con el tabique interno que separa los ventrículos, nos indica que los ventrículos son de distinto tamaño, siendo el izquierdo el de mayor tamaño. En la parte superior del corazón observamos en posición adelantada la arteria pulmonar (lleva la sangre a los pulmones), que se divide dando las dos arterias pulmonares. Por detrás está la arteria aorta, que se subdivide poco después de salir del corazón en la aorta anterior (lleva la sangre a la cabeza y extremidades anteriores) y la aorta posterior (lleva la sangre al resto del cuerpo). Para comprobar de donde sale cada arteria introduce la aguja enmangada en cada una de ellas. Si lo haces por la arteria pulmonar llegarás al ventrículo derecho, mientras que, si introduces la aguja en la aorta, llegarás al ventrículo izquierdo.

- Cara posterior o dorsal:

Apoya el corazón sobre su cara ventral. Observa que entre los ventrículos hay un surco casi vertical llamado surco posterior. Cerca de la aurícula derecha vemos unos conductos cerrados y aplastados que son las venas cavas. Si introduces la aguja enmangada comprobarás que llegan a la aurícula derecha. Cerca de la aurícula izquierda verás conductos semejantes que son las venas pulmonares, si introduces la aguja comprobarás que llegan a la aurícula izquierda.

2- Observación de la anatomía interna:

Colocamos el corazón sobre su cara dorsal y vamos a realizar dos cortes:

- Corte 1: Se inicia en la arteria pulmonar y se sigue paralelo al surco anterior oblicuo y por encima de este. De este modo observamos en el ventrículo derecho:
 - Las válvulas sigmoideas de la base de la arteria pulmonar.
 - Tres repliegues membranosos sujetos a la pared del ventrículo por fibras tendinosas, que forman la válvula tricúspide.
 - El grosor de la pared del ventrículo.

- Corte 2: Se inicia en la arteria aorta continuándolo por debajo del surco anterior. De este modo observamos en el ventrículo izquierdo:

- Las válvulas sigmoideas en la base de la arteria aorta.
- Dos repliegues membranosos sujetos a los pares del ventrículo por fibras tendinosas, que forman la válvula mitral.
- El vértice del corazón, que pertenece al ventrículo izquierdo.
- El grosor de la pared del ventrículo.

Ahora colocamos el corazón sobre su cara ventral y vamos a observar internamente las aurículas.

Introducimos la aguja por la vena cava y abrimos la aurícula derecha.

Observa:

- La ausencia de válvulas en la base de las venas.
- La delgadez de la pared de la aurícula.
- El aspecto de entramado de la pared de la aurícula.

Cuestiones:

- 1- Realiza un dibujo del corazón en el que señales todas sus partes.
- 2- ¿Qué ventrículo tiene las paredes más gruesas? ¿Por qué?
- 3- ¿En qué se diferencian las venas y las arterias?
- 4- ¿Por qué la circulación de la sangre en mamíferos y aves es más eficiente que en otros animales?

I.5 Actividad 12. Ejemplo de poster.

En la Figura 22 se muestra un ejemplo de poster, que puede servir de guía a los alumnos para la realización del poster sobre las adaptaciones de los animales para la función de nutrición.



Parasitismo por bacterias y hongos en el nematodo *Nothacrobeles lanceolatus* Abolafia et Peña-Santiago, 2003 (Nematoda, Rhabditida) en dunas costeras del sur de la península ibérica.

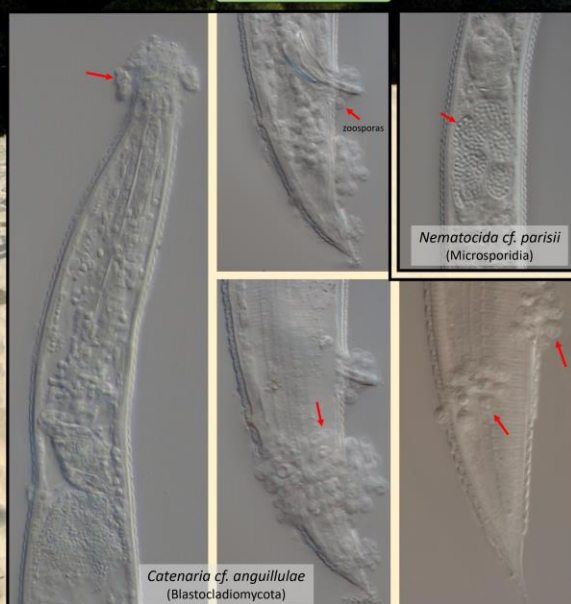


Joaquín Abolafia Cobaleda, Manuel Hernández Yera, Alba Nazaret Ruiz-Cuenca y Reyes Peña-Santiago
Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Jaén, Campus "Las Lagunillas" s/n, 23071-Jaén, España.
abolafia@ujaen.es

Introducción

Con frecuencia, los nematodos son parasitados por otros organismos (Dix, 1995), especialmente bacterias (Giglin-Davis et al., 2001; Bird et al., 2003; Tian et al., 2007; Mateillé et al., 2010) y hongos (Barron, 1977; Gray, 1988; Moosavi y Zare, 2012), que llegan a provocar su muerte, un hecho que tiene interés aplicado porque los parásitos pueden ser utilizados como agentes de control biológico frente a especies de nematodos patógenos de cultivos. En el presente estudio, una bacteria perteneciente al género *Pasteuria* (Firmicutes, Bacillales) y dos hongos, uno perteneciente al género *Catenaria* (Blastocladiomycota, Blastocladiales) y otro al género *Nematocida* (Microsporidia, Minisporidia), han sido encontrados parasitando al nematodo de vida libre *Nothacrobeles lanceolatus* Abolafia et Peña-Santiago, 2003 (Nematoda, Rhabditida, Cephalobidae), una especie endémica del sur de la península ibérica, en una duna de la playa de Artola, Marbella (provincia de Málaga).

Microscopía óptica



Localidad y hábitat



METODOLOGÍA

Extracción y procesamiento: Los nematodos fueron extraídos de las muestras de suelo mediante el sistema de embudos de Baermann (1917), matados con calor, fijados en formalina al 4%, transferidos a glicerina pura siguiendo el método de Siddiqi (1964) y montados en preparaciones permanentes.

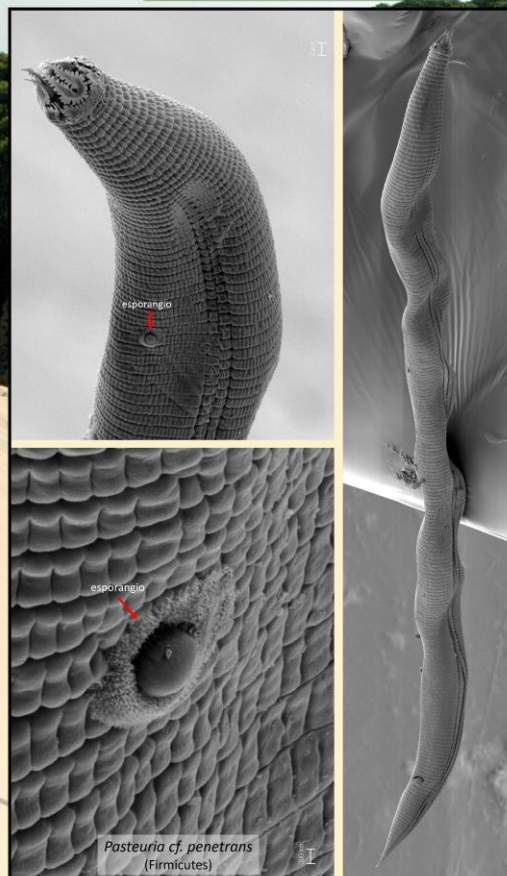
Microscopía óptica: Observación e imágenes de microscopía óptica fueron realizadas con un microscopio óptico Nikon eclipse 80i provisto de cámara digital Nikon Digital Sight DS-U1.

Microscopía electrónica de barrido: La preparación de los ejemplares para su observación con microscopía electrónica de barrido se realizó según protocolo de Abolafia (2015). Se lavaron en agua destilada, se deshidrataron en una serie de etanol-acetona, secados con CO₂ en un aparato de punto crítico, metalizados con oro y observados con un microscopio Zeiss Merlin (5 kV).

AGRADECIMIENTOS

Estudio realizado gracias a la aportación económica de la Acción 1 del Plan de Apoyo a la Investigación 2019-2020 (PAIUA 2019/2020: EL RNM02, 2019) de la Universidad de Jaén. Microscopía electrónica de barrido realizada con la asistencia del personal técnico y equipos del Centro de Instrumentación Científica Técnica (CICT) de la Universidad de Jaén.

Microscopía electrónica de barrido



Resultados

La bacteria *Pasteuria cf. penetrans*, detectada en un solo ejemplar, aparece adherida a la cutícula del nematodo, reconociéndose sus esporangios como pequeñas protuberancias verrugosas que presentan una espora central esferoide y fibras periféricas que, al germinar, perfora la cutícula y penetra en el interior del cuerpo donde se propaga. *Catenaria cf. anguillulae* se ha observado en numerosos nematodos, siempre con zoosporas flageladas agrupadas alrededor de sus aberturas oral, vulvar y anal, a través de las cuales penetra en el interior del cuerpo formando largas hifas, inicialmente a lo largo del tubo digestivo y, finalmente, ocupando todo el cuerpo. Los nematodos infectados por este hongo presentan el interior de su cuerpo en diferentes fases de degradación dependiendo del grado de infección, no habiéndose encontrado ningún ejemplar con esporangios desarrollados y que emerjan a través de la cutícula, posiblemente debido al método utilizado para la extracción de los nematodos del suelo. *Nematocida cf. parisii*, encontrado en un solo nematodo, es un parásito intracelular obligado que infecta las células del intestino del nematodo. De los tres casos de parasitismo se aportan ilustraciones realizadas con microscopía óptica.

REFERENCIAS

- Abolafia, J. (2015). *Microscopy Research and Technique*, 78: 771-776.
- Abolafia, J. y Peña-Santiago, R. (2003). *Journal of Nematology*, 35: 233-243.
- Baermann, G. (1917). *Geneeskundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië*, 57: 131-137.
- Barron, L. (1977). *The nematode-killing fungi*. Canadian Biological Publications, Guelph, Canada: 140 pp.
- Bird, D.M., Opperman, C.H. y Davies, K.G. (2003). *International Journal for Parasitology*, 33: 1269-1276.
- Dix, N.J. (1995). 10. *Nematophagous fungi*. En: *Fungal Ecology*: 284-301.
- Giglin-Davis, R.M., Williams, D.S., Wergin, W.F., Dickson, D.W., Hewlett, T.E., Bekal, S. y Becker, J.O. (2001). *Journal of Nematology*, 33: 227-238.
- Gray, N.F. (1988). *Fungi attacking vermiform nematodes. Diseases of Nematodes*, vol II. CRC Press, Boca Raton: 3-38.
- Mateillé, T., Dabré, K.R., Foulé, S. y Drop, M.T. (2010). *Soil Biology & Biochemistry*, 42: 1193-1199.
- Moosavi, M.R. y Zare, R. (2012). Chapter 4. *Fungi as biological control agents of plant-parasitic nematodes*. En: *Biological control*. Springer Science+Business Media: 67-107.
- Siddiqi, M.R. (1964). *Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung*, 2: 174-184.
- Tian, B., Yang, J. y Zhang, K.-Q. (2007). *FEMS Microbiology Ecology*, 61: 197-213.

Figura 22. Ejemplo de poster científico (elaboración propia).

I.6 Actividad 14. Preguntas de la aplicación *Plickers*.

A continuación, se enumeran las cuestiones que conformarán la actividad de repaso de la Unidad, junto a las opciones de respuesta de cada una de ellas. Se marca en color verde la respuesta correcta a cada pregunta:

1. Indica cuales son los procesos principales que intervienen en la función de nutrición.

A) Ingestión, Digestión, Intercambio gaseoso, Circulación, Excreción	B) Digestión, Intercambio gaseoso, Circulación, Excreción
C) Ingestión, Digestión, Circulación, Excreción	D) Ingestión, Digestión, Intercambio gaseoso, Circulación, Excreción, Locomoción

2. Se entiende por nutrición heterótrofa el proceso mediante el cual los organismos obtienen y asimilan macromoléculas orgánicas, a partir de otros seres vivos.

A) Verdadero	B) Falso
--------------	----------

3. ¿Qué tipo de ingestión presentaría un calamar?

A) Ingestión pasiva por filtración	B) Ingestión pasiva por absorción directa
C) Ingestión activa	D) Ninguna de las anteriores

4. ¿Mediante qué mecanismos realizan los poríferos la ingestión y digestión?

A) Mediante un tubo digestivo bien definido	B) Carecen de aparato digestivo y realizan una ingestión por filtración y una digestión intracelular
C) Poseen aparato digestivo, pero realizan una digestión intracelular	D) Los poríferos no son animales

5. Los nematodos y los anélidos poseen un aparato digestivo muy sencillo, denominado cavidad gastrovascular.

A) Verdadero	B) Falso
--------------	----------

6. ¿Cuál es la función de la faringe en los animales con tubo digestivo complejo?

A) Se encarga de transportar el alimento directamente al estómago	B) Es una cavidad en la que algunos animales pueden almacenar el alimento temporalmente
C) Es un órgano que se encarga de la digestión mecánica del alimento	D) Es el tramo que conecta la boca directamente con el resto del tubo digestivo y, además, con el aparato respiratorio

7. ¿Las secreciones digestivas del estómago son...?

A) Mucus, ácido clorhídrico, pepsinógeno y quimosina	B) Mucus, ácido sulfúrico, pepsinógeno y quimosina
C) Mucus, ácido clorhídrico y pepsina	C) Mucus, ácido clorhídrico y sales biliares

8. ¿Qué tres tipos celulares podemos encontrar en las criptas de Lieberkühn?

A) Coanocitos, Enterocitos y Células caliciformes	B) Amebocitos, Coanocitos y Enterocitos
C) Células caliciformes, Enterocitos y Células de Paneth	D) Células caliciformes, Enterocitos y Células de Purkinje

9. Los sistemas de transporte de sustancias especializados, también llamados sistemas circulatorios, constan de tres partes o componentes fundamentales en todos los animales que los poseen:

A) Corazón, sangre y vasos sanguíneos	B) Fluido circulante, conductos y bomba impulsora
C) Hemolinfa, bomba impulsora y venas	D) Lagunas, corazón tubular y fluido circulante

10. ¿De qué tipo es el sistema circulatorio que presentan los moluscos?

A) Sistema circulatorio abierto, doble, completo	B) Sistema circulatorio cerrado, simple
D) Sistema circulatorio abierto o lagunar	D) Sistema circulatorio cerrado, doble, incompleto

11. ¿Qué sistema circulatorio está presente en los reptiles?

A) Sistema circulatorio abierto, doble, completo	B) Sistema circulatorio cerrado, simple
D) Sistema circulatorio abierto o lagunar	D) Sistema circulatorio cerrado, doble, incompleto

12. ¿Qué cavidad del corazón en mamíferos es la que está directamente en contacto con las venas cavas?

A) Aurículas derecha	B) Ventrículo derecho
C) Aurícula izquierda	D) Ventrículo izquierdo

13. ¿Qué cavidad del corazón en mamíferos es la que está directamente en contacto con las arterias pulmonares?

A) Aurículas derecha	B) Ventrículo derecho
C) Aurícula izquierda	D) Ventrículo izquierdo

ANEXO II. Rúbricas de evaluación.

II.1 Plan de clase.

Tabla 4. Rúbrica de evaluación del Plan de clase.

Alumno/a:				
Criterios para la calificación	Puntuación asignada			
	1	2	3	4
Ha realizado todos los mapas conceptuales indicados por el profesor	Nada	Poco	Bastante	Todos
Ha ampliado la información mínima presente en los mapas conceptuales	Nada	Poco	Bastante	Mucho
Ha completado todas las definiciones del glosario propuesto	Nada	Poco	Bastante	Mucho
Ha redactado sus propias definiciones, sin ser estas una copia exacta de las que aparecen en el libro de texto	Nada	Poco	Bastante	Todas
Ha respondido a todas las cuestiones de la práctica de laboratorio	Ninguna	Al menos 1	Al menos 3	Todas
Ha realizado la actividad de las Notas Cornell conforme a lo mínimo exigido	Nada	Poco	Bastante	Mucho
Ha sabido sintetizar la información y seleccionar un grupo de conceptos clave en las Notas Cornell	Nada	Poco	Bastante	Mucho

II.2 Exposición oral.

Tabla 5. Rúbrica de evaluación de la actividad 10.

Grupo Nº:				
Integrantes del grupo:				
Criterios para la calificación	Puntuación asignada			
	1	2	3	4
El diseño de la maqueta realizada es funcional.	Nada funcional	Poco funcional	Funcional	Muy funcional
El diseño de la maqueta es original y se aleja de lo mínimo exigido por el profesor.	Mínimo exigido	Se diferencia algo del boceto del profesor	Se diferencia bastante del boceto del profesor	Es muy original y tiene ideas propias de los alumnos
La maqueta está coloreada para una mejor representación del sistema circulatorio asignado	Nada	Poco	Bastante	Mucho
Están señaladas las distintas partes en la maqueta	Nada	Poco	Bastante	Mucho
La exposición del tema se ajusta a lo exigido	Nada	Poco	Bastante	Mucho
La participación en la exposición y el desarrollo de la maqueta está equilibrada	Nada	Poco	Bastante	Mucho
Existe respeto dentro del grupo y no se entorpece el trabajo del resto	Nada	Poco	Bastante	Mucho

II.3 Realización del poster.

Tabla 6. Rúbrica de evaluación de la actividad 12.

Alumno/a:				
Criterios para la calificación	Puntuación asignada			
	1	2	3	4
Estructura la información de manera clara y concisa	Nada	Poco	Bastante	Mucho
Utiliza imágenes, gráficos, tablas, u otros recursos no escritos	Ninguno	Al menos 1	Al menos 2	Más de 2
Variedad de adaptaciones que especifica	Ninguna	Al menos 1	Al menos 2	Más de 2
Incluye adaptaciones asociadas a la ingestión y digestión	Ninguna	Al menos 1	Al menos 2	Más de 2
Incluye adaptaciones asociadas al transporte de sustancias	Ninguna	Al menos 1	Al menos 2	Más de 2
La presentación del poster es ordenada	Nada	Poco	Bastante	Mucho
Se ha hecho uso de bibliografía científica, además de otras fuentes de información menos fiables	Nada	Poco	Bastante	Mucho
Se incluyen referencias bibliográficas	Nada	Poco	Bastante	Mucho

ANEXO III. Examen escrito sobre los contenidos teóricos de la Unidad Didáctica.

Examen de la Unidad <i>Nutrición en los animales I: Aparatos digestivo y circulatorio.</i>	Nota:
Nombre y Apellidos:	
Criterios de evaluación y estándares del aprendizaje: 1, 1.1, 2, 3, 4, 4.1, 6, 6.1, 6.2	

Preguntas cortas.

- 1.- Indica cuales son las diferencias entre los términos *nutrición* y *alimentación*.
- 2.- Enumera tres de los cinco procesos principales que forman parte de la función de nutrición en los animales. Da una breve explicación de cada uno.
- 3.- Define los siguientes términos: *nutrición heterótrofa*, *digestión*, *cavidad gastrovascular*, *circulación*, *líquido circulante*.
- 4.- De los principales grupos de invertebrados que se han estudiado, elige uno y explica el modelo de aparato digestivo que posee.
- 5.- Señala un ejemplo de animal que posea cada uno de los siguientes tipos de sistemas circulatorios:
 - Sistema circulatorio abierto:
 - Sistema circulatorio cerrado, simple:
 - Sistema circulatorio cerrado, doble, completo:

Pregunta de desarrollo.

- 6.- El sistema digestivo de los mamíferos es un sistema complejo, que está compuesto por distintos órganos especializados, con funciones variadas. Enumera cada uno de los órganos que lo componen, explicando detalladamente su función o funciones y su estructura. Puedes utilizar dibujos para apoyar tu explicación, si lo consideras conveniente.

Preguntas de aplicación.

- 7.- Dibuja un modelo esquemático del aparato circulatorio que presentan los reptiles, indicando cada una de sus partes más importantes.

8.- En el siguiente dibujo del corazón de mamíferos, identifica el nombre de las partes numeradas (con flechas se indica el sentido de la circulación sanguínea).

