



Universidad de Jaén

Centro de Estudios de Postgrado

Trabajo Fin de Máster

LA FUNCIÓN DE NUTRICIÓN Y EL APARATO DIGESTIVO

Alumno/a: Castañeda Segura, Alfonso

Tutor/a: Prof. D. Vicente Navarro Molina
 Prof. D. Mario Sánchez Gómez

Dpto: Departamento de biología y geología
 (I.E.S. Virgen del Carmen)
 Departamento de geología (UJA)

Índice

1. Resumen y palabras clave.....	1
2. Introducción y objetivos	2
3. Fundamentación epistemológica.....	3
3.1. Antecedentes históricos.....	3
3.2. La función de nutrición.....	9
3.2.1. La fase de digestión	9
3.2.2. La fase de respiración	11
3.2.3. La fase de circulación.....	12
3.2.4. La fase de excreción.....	13
3.3. Aparato digestivo	14
3.3.1. Anatomía del aparato digestivo.....	15
3.3.1.1. Anatomía del tracto digestivo.....	16
3.3.1.2. Anatomía de las glándulas y órganos accesorios.....	20
3.3.2. Motilidad del aparato digestivo.....	24
3.3.3. Procesos digestivos y absorción intestinal	28
3.3.4. Patologías del aparato digestivo.....	34
3.3.4.1. Principales patologías.....	34
3.3.4.2. Alteraciones digestivas.....	37
3.3.4.3. Enfermedades relacionadas con malos hábitos alimenticios y consumo de alcohol.....	38
3.4. Nuevas tendencias en investigación de la gastroenterología.....	39
4. Enfoque didáctico	39
4.1. Análisis psico-pedagógico del alumnado	41
4.2. Análisis de la metodología docente	42
5. Proyección didáctica (unidad didáctica)	44
5.1. Introducción	44
5.2. Legislación	45
5.3. Contextualización	45
5.4. Objetivos.....	46
5.4.1. Objetivos generales de etapa estatales y autonómicos.....	47
5.4.2. Objetivos de materia	49
5.4.3. Objetivos de unidad (u objetivos específicos)	50
5.5. Contenidos	52
5.5.1. Contenidos de la materia.....	52
5.5.2. Contenidos transversales.....	52
5.5.3. Elementos interdisciplinares	53
5.5.4. Integración con planes y proyectos	54
5.6. Competencias clave.....	54
5.7. Evaluación.....	56
5.7.1. Criterios de evaluación	57
5.7.2. Estándares de aprendizaje.....	58
5.7.3. Criterios de calificación.....	59
5.7.4. Instrumentos de evaluación	60
5.7.5. Relación de los contenidos con los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje	60
5.8. Metodología	61

5.9. Sesiones.....	62
5.9.1. Temporalización de las sesiones.....	62
5.9.2. Desarrollo de las sesiones.....	62
5.10. Estrategias de refuerzo y ampliación curricular.....	72
5.11. Evaluación del proceso de Enseñanza-Aprendizaje	73
Bibliografía	74

1. Resumen y palabras clave

En la época actual, muchos de los problemas de salud a los que se enfrenta la sociedad están directamente relacionados con el sistema digestivo, con la obesidad como principal patología asociada, que afecta a un alto porcentaje de la población adulta y cuya base se fundamenta en la deficiencia de una correcta alimentación.

En el presente trabajo de fin de máster se pretende abordar la enseñanza de los contenidos relacionados con la función de nutrición y el aparato digestivo, guiando la consecución de unos hábitos saludables en base a dicho conocimiento. Esto, se abordará mediante una adecuada actualización del conocimiento sobre dicha temática, así como de las nuevas tendencias en investigación. Además, se llevará a cabo un análisis psicopedagógico del alumnado objetivo, que permita conocer las capacidades cognitivas de este para, posteriormente aplicar una metodología adecuada que promueva su óptimo desarrollo intelectual y social.

Palabras clave: Nutrición, aparato digestivo, obesidad, enseñanza.

Abstract and keywords:

Nowadays, many of the health problems faced by society are directly related to the digestive system, with obesity as the main associated pathology, which affects a high percentage of the adult population and whose basis is based on the deficiency of proper nutrition.

This master's thesis aims to address the teaching of content related to the function of nutrition and the digestive system, guiding the achievement of healthy habits based on this knowledge. This, will be approached through an adequate update of knowledge on this subject, as well as new trends in research. In addition, a psycho-pedagogical analysis of the target students will be carried out, which will allow knowing their cognitive capacities in order to subsequently apply an adequate methodology to promote their optimal intellectual and social development.

Keywords: Nutrition, digestive system, obesity, teaching.

2. Introducción y objetivos

Uno de los principales problemas de salubridad a los que se enfrenta la población de hoy en día es la obesidad, conocida como la “epidemia del siglo 21” (Palencia, 2006), esta se ha convertido en la patología más común entre la población de los países desarrollados. Los hábitos que han generado este problema entre la población adulta, han permeado en la educación de los más jóvenes, que ante una falta de actitud crítica frente a tales hábitos están encaminados a prolongar dicha tendencia. Es por ello, que actualmente nos encontramos con una alta prevalencia de obesidad infantil en España, cercana al 40% (Sánchez-Cruz et al., 2013).

Debido a que los alumnos a los que hoy en día se da clase, se convertirán en la población que el día de mañana constituirá la sociedad, el aprendizaje de la fisiología del cuerpo humano puede servirnos para inculcar en el alumnado de secundaria una serie de hábitos saludables que eleven la calidad de vida del conjunto de la sociedad. Una vez que han aprendido en la unidad didáctica de alimentación sobre la importancia del consumo de una dieta equilibrada, los alumnos tienen la motivación necesaria para recibir los conocimientos que subyacen al consumo de dicha dieta, entendiendo los procesos por los cuales cada nutriente es asimilado por el cuerpo y la diferente eficiencia en la absorción de un mismo nutriente en función del alimento de origen y, con este conocimiento, desarrollar un mejor criterio en la elección de su alimentación futura.

Es por ello que los contenidos englobados en la unidad didáctica de nutrición y sistema digestivo son indispensables para una población adolescente que se encuentra en una etapa en la que empieza a fijar sus hábitos alimenticios y de estilo de vida (Grao-Cruces et al., 2013), siendo de capital importancia que conozcan todos los procesos que tienen que ver con la obtención de los nutrientes que necesita el cuerpo, mediante el proceso digestivo. Al conocer el concepto de nutrición, se les mostrará también la interrelación funcional de los diferentes aparatos del cuerpo para tal fin, permitiendo que entiendan los procesos que ocurren en el cuerpo humano de forma holística e integrada, evitando el aislamiento del conocimiento de los diferentes elementos del cuerpo humano.

Además, aprenderán sobre las principales patologías y alteraciones relacionadas con el aparato digestivo, aprovechando que algunas de estas patologías, como la diarrea o la gastroenteritis, son tan comunes y benignas que seguramente hayan sido experimentadas por los propios alumnos a lo largo de su vida, lo que despertaría la curiosidad en torno al conocimiento de estas. Por otra parte, también se tratarán patologías digestivas más graves, como las úlceras estomacales, las esofagitis o la enfermedad diverticular de colon. Entre ellas, cabe destacar el papel disuasorio que tiene el conocimiento de enfermedades relacionadas con un consumo abusivo de

alcohol, como la cirrosis o hepatitis, frente a la temprana iniciación de los adolescentes en el consumo de este tipo de sustancias.

Bajo este pretexto, en el siguiente trabajo de fin de máster se pretende desarrollar la estrategia de enseñanza de los contenidos relacionados con la unidad didáctica propuesta, titulada “La nutrición y el aparato digestivo”. Este fin se llevará a cabo mediante el análisis de las condiciones psico-pedagógicas del alumnado objetivo, así como de las diferentes metodologías docentes adecuadas a tales condiciones. De esta forma se diseñará una estrategia didáctica que satisfaga la consecución de los estándares de aprendizaje asociados a dichos contenidos según la legislación vigente.

Para ello, los principales objetivos que se plantean son los siguientes:

- Establecer una estrategia educativa que promueva un proceso de enseñanza-aprendizaje efectivo para los contenidos de la unidad didáctica “La nutrición y el aparato digestivo”
- Promover hábitos alimenticios saludables mediante el conocimiento de la fisiología digestiva, sus principales patologías y vías de prevención de estas.

3. Fundamentación epistemológica

3.1. Antecedentes históricos

La ciencia nutricional y digestiva ha estado profundamente asociada a la propia ingesta de alimento, por tanto, se ha venido desarrollando desde los albores de la humanidad. Prueba de ello es la antigüedad de los registros relacionados con dicha temática en la literatura histórica, dónde se abordaban principalmente temas relacionados con la asociación de la alimentación tanto con patologías agudas como vómitos o diarreas, como con el potencial sanador que pueden tener ciertos alimentos frente a las enfermedades más comunes que solían sufrir. Prueba del interés que suscitaba el conocimiento digestivo en el día a día, es el detalle de que los romanos comían recostados sobre su lado izquierdo para ayudar al proceso de digestión. (Mazarello y Harari, 2007)

Uno de los escritos médicos más antiguos encontrados es el papiro Ebers (Figura 1), redactado hace más de 1500 años, bajo la dinastía XVIII del antiguo Egipto, trata sobre diferentes ciencias médicas, entre las que se puede destacar los tempranos avances que se empezaban a llevar a cabo en el terreno de la gastroenterología y la nutrición, detallando métodos de diagnóstico de diferentes enfermedades gastrointestinales, así como remedios naturales sacados de una amplia farmacopea de más de 700 sustancias medicinales, obtenidas principalmente de diferentes especies vegetales (Śródka, 2003).

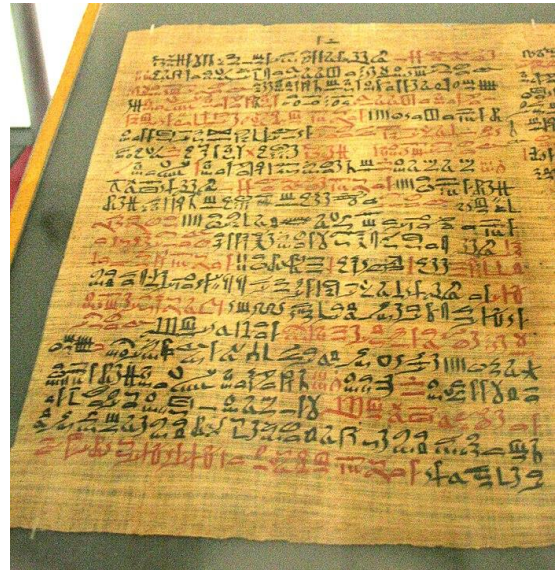


Figura 1: Papiro Ebers

Sin embargo, si hubo una civilización antigua en la que se produjo un gran desarrollo científico fue la antigua Grecia, en la que se empezaron a sentar las primeras bases en el conocimiento del sistema digestivo, habiéndose encontrado detalladas descripciones de este. Uno de los remanentes de dicho conocimiento es el nombre “duodeno” proveniente de la distinción que hizo Herófilo (circa 335 – 280 a.C.) de la primera sección del intestino, que constaba con una longitud de doce dedos.

Así mismo, Hipócrates (circa 460 – 377 a.C.), considerado por muchos como el padre de la medicina, comprendió la importancia capital que tenía la alimentación para el buen mantenimiento de la salud, convencimiento que dejó patente al formular su conocida frase “que tu alimento sea tu medicina, y que tu medicina sea tu alimento” (Valero-Cases et al., 2020). Entre sus principales aportaciones al conocimiento del aparato digestivo se puede destacar la concepción de la “pepsis” o “cocción” de los alimentos consumidos para poder obtener los elementos asimilables de estos (Śródka, 2003). Además, dio una gran importancia a los alimentos fermentados, prescribiendo su consumo para promover una correcta salud gastrointestinal, aún sin conocer con exactitud su funcionamiento como probióticos, ayudando al correcto mantenimiento de la microbiota intestinal (Valero-Cases et al., 2020).

Unos años más tarde, Erasistrato (circa 304 – 250 a.C.) se aproximó al conocimiento del sistema digestivo desde un punto de vista más centrado en la fisiología y funcionamiento de este. Partiendo de su estrecha relación con el sistema circulatorio, formuló la teoría de que la sangre estaba compuesta principalmente por el alimento consumido, una vez que a este se le han retirado las sustancias no útiles para el cuerpo. Esta sangre enriquecida serviría para nutrir primeramente a los pulmones (a través del circuito

circulatorio menor) y posteriormente al resto del cuerpo (mediante el circuito circulatorio mayor) (Dajč, 2017; Śródka, 2003).

Este concepto se mantuvo durante siglos, siendo aceptado por Galeno (circa 130 – 200), que lo amplió con la que es considerada como la primera teoría sobre el funcionamiento de la totalidad del cuerpo humano (Śródka, 2003). Según dicha teoría, el alimento era primeramente triturado en el estómago, tras lo cual se iría descomponiendo a lo largo de su paso por el intestino y que finalmente sería transferido a través de los vasos sanguíneos al hígado, dónde se transformaría en sangre, que nutriría el resto del cuerpo. (Balalykin, 2019) Bajo esta concepción, Galeno pensó que la cantidad de sangre circulante en el organismo era directamente proporcional a la ingesta de alimento, concepto que se mantuvo hasta el renacimiento.

Otras ideas de Galeno se mantuvieron incluso por más tiempo, como la de que los fluidos corporales nacen de diferentes procesos de “cocción química” del alimento, que sobrevivió hasta los tiempos de la escuela iatroquímica del siglo XVII (Śródka, 2003).

Las concepciones de Galeno se reflejan también en otras culturas que, influenciadas por las ideas de este, llevaron a cabo minuciosas recopilaciones de la información disponible, como el Qanun (Figura 2) de Avicena (980 – 1037), compuesto por 14 tratados en los que se recogía gran parte de los conocimientos médicos existentes hasta la época, tratando la naturaleza de la salud y la enfermedad, los aspectos psicológicos detrás de estos estados, así como diferentes métodos de diagnóstico diferencial de múltiples enfermedades y sus correspondientes remedios (Śródka, 2003). En lo que atañe al aparato digestivo, Avicena supo reconocer la importancia de la dieta en la salud y proveyó de diferentes remedios medicinales para tratar ciertos problemas gastrointestinales tales como vómitos, diarrea, estreñimiento y cólicos (Heydari et al., 2013).

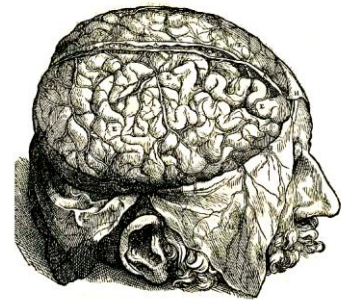


Figura 2: Qanun de Avicena

Sin embargo, también surgieron figuras discordantes con los conocimientos médicos preestablecidos, que generaron un rupturismo que pudo alimentar una nueva forma de entender ciertos conceptos desde un nuevo punto de vista. El principal personaje que encarna esta forma de pensar fue Paracelso (1443 – 1541), pionero en el estudio de la química fisiológica (Welcome, 2018) que cuestionó con vehemencia el legado de Hipócrates, Avicena y Galeno, buscando generar un nuevo conocimiento basado en el entendimiento de los procesos de forma empírica, aunque no pudo evitar dejarse llevar por ciertas creencias místicas que lastraron su avance científico. Es considerado uno de los mayores doctores de fines de la edad media y comienzo del renacimiento, así como el padre de la farmacología y toxicología moderna, siendo bien conocida su frase “la dosis hace al veneno”, máxima que aún permea la investigación farmacológica y que está muy presente en pruebas de laboratorio tan comunes como la LD50, en la que se determina la dosis que resulta letal para el 50% de una población de estudio (normalmente ratones o ratas). Fue el primero que tuvo una actitud verdadera mente razonable en cuanto a la aproximación farmacológica de las enfermedades (Gonz, 2018) y promovió tratamientos basados en la dieta para suplir carencias nutricionales que supo asociar con la aparición de enfermedades (Gonz, 2018).

SECUNDA SEPTIMI LIBRI FIGURA

Pocos años más tarde, Vesalio (1514 – 1564) produjo un gran avance en el terreno de la fisiología y anatomía digestiva, llevando a cabo en su obra “de humani corporis fabrica” (Figura 3) una adecuada y correcta descripción de la totalidad del tracto gastrointestinal, basándose en la observación de autopsias, que estuvieron prohibidas hasta el siglo XIII por motivos religiosos. Su obra contenía detalladas ilustraciones que permitían ver la anatomía interna humana con un detalle inaudito hasta el momento.



SECUNDAE FIGURAE. RIVSDEMQUE CHARACTERUM INDEX.

PRÆSENS figura feltonis ferit primam sulciferam, tertium ducit membranae suam (quem primam figuram C. aliquot insignitum gerit) longae sectione secundum capitis longitudoem ducta ad aperturam communem frontis. Insuper ad latus tertij sui lateris, per capitis quædam longitudinem duas de dextre sectiones, utrinque nimirum ad sinum singulas, quæ ducunt membranam dextram penetrant, et ducit membranae lateris ab ea membrana separavit parte, quæ dextram cerebri partem a sinistra dividit, atque in sulciferam figuram tribus D. insignitur. Præter tres iam commemoratas sectiones utrinque alia quoque molitus sum, quæ ab aure ad aures pertingit, isolam

Figura 3: Fragmento de "de humani corporis fabrica"

Posteriormente a la publicación de la obra de Vesalio, se llevaron a cabo numerosas correcciones y ampliaciones sobre la anatomía del sistema digestivo, entre los que se pueden destacar el descubrimiento de la válvula ileocecal (Śródka, 2003) y su funcionamiento, por Caspar Bauhin (1560 – 1624) o el descubrimiento del conducto pancreático (Navarro, 2014) por Johann Georg Wirsung (1600 – 1643).

En cuanto al funcionamiento de la propia digestión, el primero que realizó avances que se asemejan a la realidad que hoy conocemos fue Jan Baptiste Van Helmont (1579 – 1644) que prestó especial atención a los procesos químicos que se producían en el

interior del cuerpo, siendo el primero que dilucidó una base del esquema básico que sigue la digestión química a través del tracto gastrointestinal (Welcome, 2018), consiguiendo diferenciar 5 fases, de las cuales podemos destacar la 1ª, que se llevaba a cabo en el estómago y mediante la cual se producía la descomposición del alimento por acción del ácido, y la 2ª, que se daba en el intestino y neutralizaba la acidez anterior gracias a secreciones alcalinas. Las demás fases descritas por Van Helmont eran poco cercanas a la realidad y nacían de antiguas concepciones relativas a la formación de la sangre y el músculo a partir de los elementos aprovechables del alimento (Śródka, 2003).

Posteriormente, se llevaron a cabo numerosos avances en el terreno de la digestión. Franz de le Boë Sylvius (1614 – 1672) adelantó el inicio de la digestión a la propia masticación gracias a la acción de las amilasas salivales y pensó que las enfermedades podrían provenir del desequilibrio en los procesos ácido-base que ocurren en la digestión (Śródka, 2003), introduciendo vagamente el concepto de homeostasis.

Gastroenterología moderna

Si bien hasta el momento se había conseguido describir ciertos aspectos digestivos de forma aislada y casi siempre influenciados por creencias erróneas de carácter místico o por la propia ignorancia de la fisiología animal, en el siglo XIX se empezaron a llevar cuidadosas investigaciones basadas en la observación y experimentación que permitieron dar un gran salto en el terreno de la gastroenterología. La persona que encabeza dichos descubrimientos es

William Beaumont (1785 - 1853), un médico militar del fuerte Mackinock que cierto día recibió un paciente que tenía una herida de bala a través de su estómago (Numbers, 1979), Beaumont curó la herida, pero esta no cicatrizó por completo, quedando como una abertura del estómago al exterior (Numbers, 1979) (Figura 4). Al observar dicho fenómeno, Beaumont contrató al paciente como ayudante, esto le permitió obtener jugo gástrico a partir del cual pudo aislar y reconocer el ácido clorhídrico como principal constituyente de la secreción

estomacal (Śródka, 2003) (hecho que más tarde corroboró William Prout, encontrando esta misma sustancia en el jugo gástrico de diferentes especies animales) y observó por primera vez la motilidad gástrica. Estos descubrimientos quedaron plasmados en la

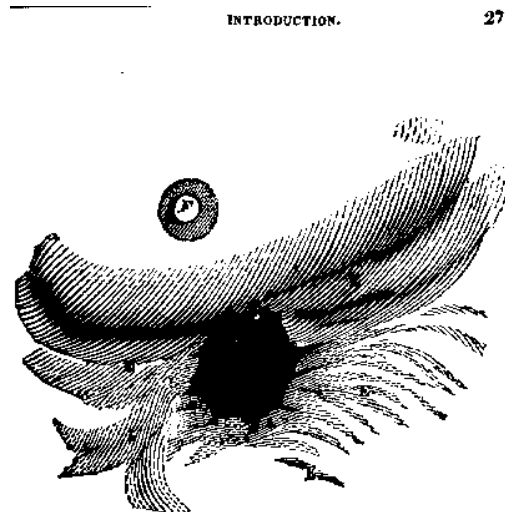


Figura 4: Fistula ilustrada por Beaumont

publicación de *“Experiments and observations on the gastric juice and the physiology of digestion”*, trabajo que supuso un punto de inflexión en el terreno de la gastroenterología.

Durante el siglo XIX, se produjeron grandes avances en el campo de la fisiología, principalmente en la escuela francesa y alemana de esta. En la escuela francesa se podría destacar a Claude Bernard (1813 – 1878) como el creador de la fisiología moderna, tomando nuevas direcciones en el estudio de los procesos endocrinos, la neurofisiología y la farmacología. En el campo de la fisiología digestiva, descubrió la importancia del páncreas en los procesos digestivos (Navarro, 2014) gracias a la utilización de fístulas en sistemas digestivos animales (Welcome, 2018).

Por otra parte, la escuela alemana debe gran parte de su reconocimiento científico a Jan Evangelista Purkyne (1787 – 1869), un biólogo checo con un amplio perfil investigador, que publicó descubrimientos en áreas tan dispares como la antropología, anatomía, filología o filosofía. Sin embargo, su principal contribución al área de la fisiología, incluso por encima de sus propias publicaciones, fue la de crear el primer instituto de fisiología experimental, de donde surgieron los más notables fisiólogos de la primera mitad del siglo XIX.

Podemos destacar los trabajos de Ivar Karl Luidwig (1816 – 1895) que llevo a cabo una detallada descripción de la innervación de la glándula salival y explico los mecanismos de la secreción salival. En esta dirección también investigó su compañero Rudolph Heidenhain (1834 – 1897), que descubrió los 3 tipos de células en la mucosa gástrica (zimógenas, parietales y epiteliales) y sus secreciones (pepsina y HCl).

Posteriormente, nos encontramos con Ivan Pavlov (1849 – 1936), uno de los más notables científicos rusos, que llevo a cabo una gran cantidad de investigaciones en el terreno de la fisiología de la secreción gastrointestinal, relacionándolas con las funciones cognitivas. Es especialmente conocido su experimento de condicionamiento clásico en el que observó como un estímulo condicionado asociado a la presentación de alimento, inducía una serie de secreciones en el sujeto que se correspondían exactamente a las que se producen a la propia presentación del alimento. Sus trabajos en la gastroenterología experimental, le sirvieron para conseguir el premio Nobel de fisiología y medicina en 1904, recientemente tras su instauración.

Durante el resto del siglo XX, varios científicos recibieron tal reconocimiento gracias a los avances en el terreno de la gastroenterología, y que impulsaron el conocimiento hasta el punto en el que nos encontramos hoy en día. Entre ellos podemos destacar a Johannes Andreas Fibiger (1867 – 1928), que fue premiado por sus descubrimientos en la

etiología del cáncer de estómago, y a James Whyte Black (1924 – 2010), que descubrió una sustancia específica que inhibía la secreción del HCl por parte de las células parietales al ser antagonista de los receptores H2 estomacales.

3.2 La función de nutrición

Los seres humanos, al igual que el resto de los mamíferos, somos organismos heterótrofos que debemos tomar del exterior las sustancias orgánicas, que tras una serie de tratamientos y procesos se pueden asimilar y utilizar por el cuerpo para la realización de las diferentes funciones vitales del organismo.

Esto se realiza mediante la conocida como función de nutrición, que consiste en la obtención por parte del organismo de diferentes elementos esenciales para el correcto funcionamiento del cuerpo, así como su distribución, aprovechamiento en forma de energía y deshecho de remanentes no aprovechables. Para que sea adecuada se debe realizar en consonancia con las necesidades del organismo (Organización Mundial de la Salud, 2015).

Para llevar a cabo la función de nutrición, el cuerpo humano cuenta con una serie de órganos organizados en aparatos, que están especializados en cada una de las fases del proceso de nutrición:

3.2.1. Fase de digestión

Llevada a cabo por el aparato digestivo (Figura 5), que se encarga de realizar la ingestión de los alimentos, digestión de estos para separarlos en sus nutrientes constituyentes, la absorción de dichos nutrientes y la egestión, por la cual se elimina aquella materia no aprovechable del alimento (National Institute of Diabetes and Kidney Diseases, 2018). Las principales estructuras participantes en dicha fase son:

- **Boca:** que lleva a cabo la masticación y deglución del alimento.
- **Faringe y esófago:** que conduce el alimento deglutido hasta el estómago.
- **Estómago:** que realiza una primera digestión ácida del alimento.
- **Intestino delgado:** que lleva a cabo una segunda digestión alcalina del alimento, así como una absorción de la mayoría de los nutrientes.
- **Intestino grueso:** En el que se produce una reabsorción de agua y la formación final de las heces.

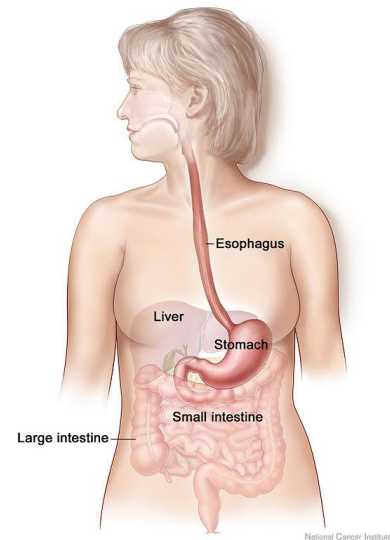


Figura 5: Aparato digestivo

Los principales nutrientes que se obtienen en la fase de digestión son biomoléculas orgánicas con las siguientes funciones (DISCAPNET, 2002):

- **Función energética:** Proporcionando un sustrato metabólico a las células a partir de cuya transformación química son capaces de obtener la energía necesaria para la realización de sus procesos vitales.
- **Función plástica o estructural y reparadora:** Constituyendo las estructuras celulares y moleculares que permiten el crecimiento y mantenimiento de los tejidos del organismo.
- **Función reguladora:** Permiten una correcta coordinación y ejecución de las funciones vitales del organismo.

Según su naturaleza y la función que realiza, se pueden clasificar en:

- **Glúcidos:** Grupo compuesto principalmente por monosacáridos y polisacáridos digeribles que proporcionan el principal sustrato del catabolismo celular, además de ciertos polisacáridos no digeribles que cumplen una función esencial, ayudando a la motilidad gastrointestinal y el desplazamiento del bolo alimenticio.
- **Lípidos:** Con función energética, en el organismo suelen ser empleados más como reservas energéticas que como sustratos catabólicos.
- **Aminoácidos:** Su principal función en el organismo es estructural y como constituyentes básicos de las proteínas, una de las principales biomoléculas del organismo que realizan gran parte de las funciones metabólicas y endocrinas de este.

- **Agua:** Principal biomolécula constituyente del cuerpo humano, con una predominancia en este del 70%, es el principal elemento que determina el medio interno y sus propiedades.
- **Electrolitos:** Conjunto de bioelementos de naturaleza iónica que tienen una función principalmente reguladora, determinando la composición del medio interno.
- **Vitaminas:** Con función reguladora, son compuestos que, al no ser sintetizados por el organismo, necesitan ser consumidos en pequeñas cantidades de forma regular para el correcto mantenimiento de los procesos metabólicos.

3.2.2. Fase de respiración

En la que el aparato respiratorio (Figura 6), realiza mediante la respiración torácica el intercambio gaseoso entre el sistema circulatorio y el aire, tomando O_2 del medio externo y expulsando a este el CO_2 resultante del metabolismo celular (Turchetto et al., 2016). Las estructuras que participan dicho intercambio son:

- **Cavidad nasal y faringe:** La cavidad nasal es la primera cámara que recibe el aire del medio externo, llevando a cabo un filtrado de grandes partículas y, junto con la faringe, calienta y humedece el aire antes de que se adentre más en el cuerpo.
- **Laringe y Tráquea:** conduce el aire hacia el aparato pulmonar, la tráquea cuenta además con un mucus en el que se adhieren pequeñas partículas que hayan pasado el filtro nasal, mientras que el epitelio ciliado que la reviste internamente, realiza batidos regulares que expulsan dicho mucus al exterior.
- **Árbol bronquial:** compuesto por los bronquios y bronquiolos, generan ramificaciones internas de los conductos pulmonares que aumentan la superficie de contacto con el aire inspirado.
- **Alveolos:** elemento clave del intercambio gaseoso, son pequeñas bolsitas semipermeables y altamente irrigadas que ponen en contacto el aire inspirado

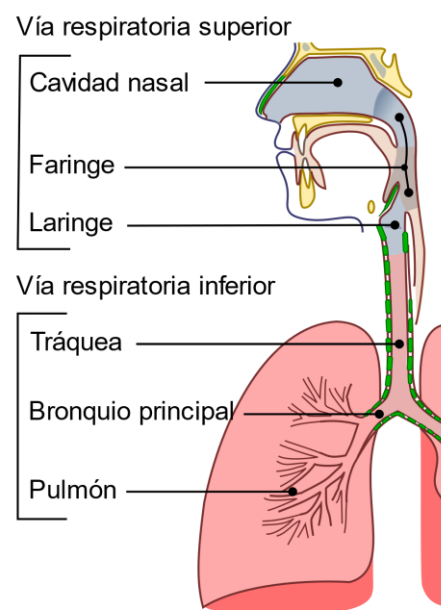


Figura 6: Aparato respiratorio

con la sangre del aparato circulatorio, permitiendo la extrada de O_2 y la expulsión del CO_2 .

3.2.3. Fase de circulación

Realizada por el aparato circulatorio, su principal misión es la de transportar los nutrientes obtenidos en la fase de digestión y el O_2 procedente del aparato respiratorio a todos los tejidos del cuerpo humano, para su correcto aprovechamiento, mientras que recoge las sustancias de deshecho para que sean eliminadas por el aparato excretor y lleva el CO_2 resultante del metabolismo celular a los pulmones, para expulsarlo al exterior (Hirsch, 2018).

El sistema circulatorio se puede dividir en sistema linfático y sistema cardiovascular (Figura 7), teniendo cada uno de ellos diferentes funciones en cuanto al transporte de nutrientes. Sus estructuras y funciones son las siguientes:

- **Sistema cardiovascular:** Encargado del transporte de gases (O_2 y CO_2), glúcidos, aminoácidos y electrolitos, entre todos los tejidos del cuerpo. Está formado por:
 - **Corazón:** Órgano encargado del bombeo de la sangre para que se oxigene en los pulmones, en la llamada circulación menor, y posteriormente recorra el resto de los tejidos corporales, en la circulación mayor.

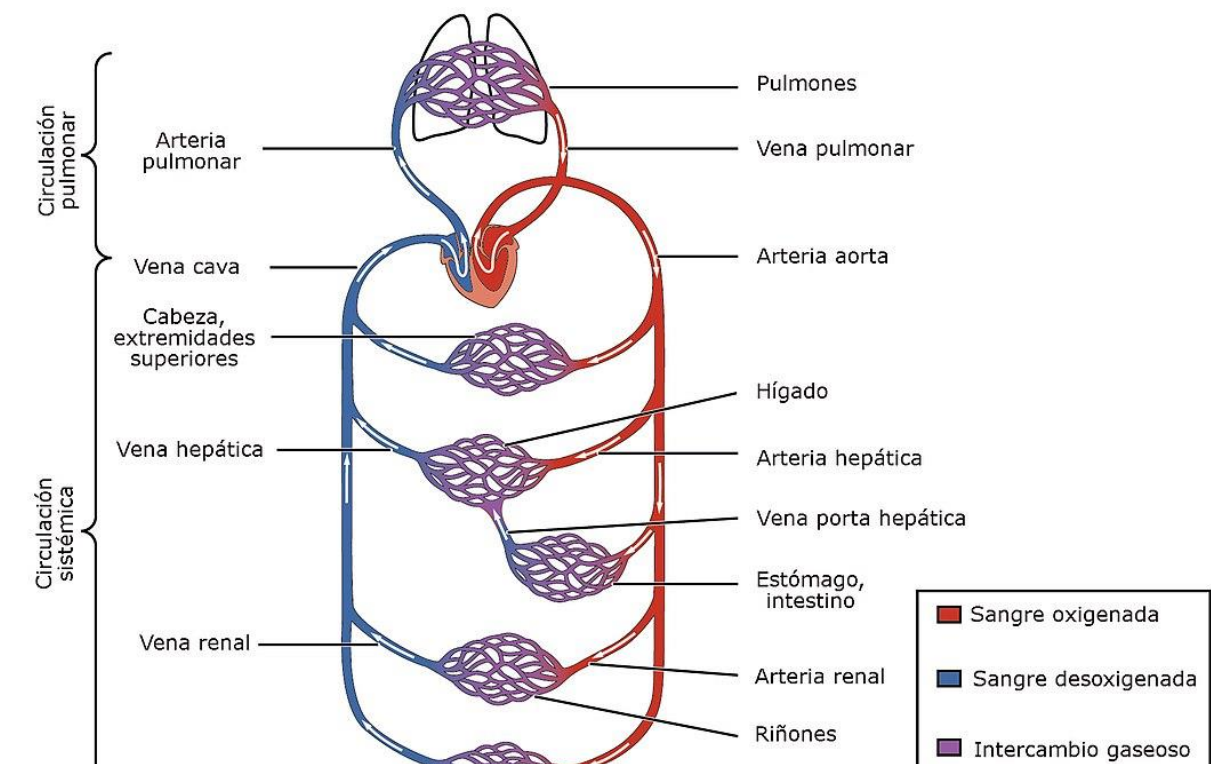


Figura 7: Sistema cardiovascular

- **Vasos sanguíneos:** sistema de conductos que llevan la sangre a los tejidos (arterias) y que retornan la sangre al corazón (venas) para que esta vuelva a oxigenarse.
- **Sistema linfático:** Encargado de transportar los lípidos obtenidos directamente en la digestión (National Institute of Diabetes and Kidney Diseases, 2018).

3.2.4. Fase de excreción

Llevada a cabo por el aparato excretor, que consigue filtrar el contenido del aparato circulatorio para extraer de este las sustancias de deshecho que deben ser eliminadas del cuerpo. Si bien ya hemos visto algunas sustancias de deshecho procedentes del metabolismo celular que se eliminan mediante otros aparatos, como es el caso del CO₂, eliminado por el aparato respiratorio, la mayoría de sustancias de deshecho presentes en la sangre se eliminan gracias al filtrado que lleva a cabo el aparato excretor. Las principales estructuras y funciones desempeñan son las siguientes (Montagud, 2019):

- **Riñones:** Órgano principal en llevar a cabo la función de filtración de la sangre. Consta de 3 partes claramente diferenciadas, corteza, médula y pelvis renal.

Las unidades funcionales encargadas de llevar a cabo la función de filtración son las nefronas, que se disponen entre corteza y médula. Está compuesta por:

- **Glomérulo de Malpigio y cápsula de Bowman:** El glomérulo es un ovillo de capilares sanguíneos con un estrecho contacto con la cápsula de Bowman, una membrana semipermeable en forma de copa, que lo envuelve y facilita el trasvase de sustancias desde la sangre a los túbulos renales. En este proceso se trasvasan no solo sustancias de deshecho, si no también otros elementos aprovechables por el cuerpo como agua, azúcares o iones.
- **Túbulos renales:** Sistema de túbulos que cumplen la función de reabsorber alguna de las sustancias filtradas en el glomérulo, que aún puedan ser aprovechables por el cuerpo. Está compuesto por los túbulos contorneados proximal y distal, así como el asa de Henle.
- **Túbulo colector:** recoge el filtrado glomerular de varias nefronas después de que sus túbulos renales hayan reabsorbido las sustancias aprovechables, y dirige dicho contenido hacia la pelvis renal, que desembocará en los uréteres.
- **Uréteres:** Se encargan de recoger todo el filtrado de los riñones y dirigirlo a la vejiga.

- **Vejiga:** Espacio elástico donde se almacena el contenido procedente del filtrado renal, hasta que sea expulsado por la uretra en forma de orina.

Además de los elementos que componen el sistema urinario (Figura 8), se suele incluir también a las glándulas sudoríparas dentro de los elementos del sistema excretor (Montagud, 2019), ya que a través de la expulsión de sudor se pueden eliminar ciertas sustancias de deshecho filtradas directamente de la sangre, aunque en condiciones fisiológicas normales lo haga en un volumen significativamente menor al eliminado a través de la orina.

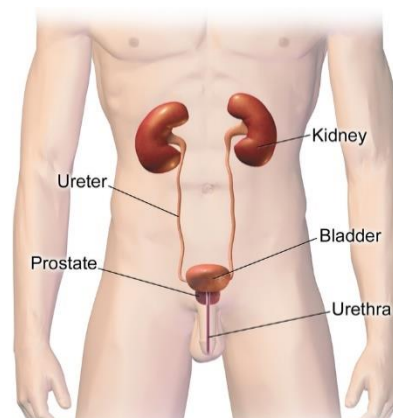


Figura 8: Sistema urinario

3.3. Aparato digestivo

Como se ha comentado con anterioridad, los nutrientes procedentes del alimento que ingerimos no son accesibles directamente a las células del cuerpo y deben ser extraídos del alimento originario, absorbidos diferencialmente y transportados hasta los tejidos para que puedan utilizarlos en su metabolismo.

Mediante la alimentación, los humanos llevamos a cabo una selección consciente de los alimentos que tomamos, así como de sus proporciones en el consumo regular. En este caso, estudiaremos los procesos que acontecen a dicho alimento desde que es consumido hasta que sus nutrientes llegan a las células y sus elementos no aprovechables son eliminados del cuerpo.

Se suele entender como “aparato” a un conjunto de órganos especializados en una función concreta, el aparato digestivo es un conjunto de órganos especializados en la obtención de los nutrientes de los alimentos mediante procesos de trituración y hidrólisis selectiva, separando el alimento en sus nutrientes constituyentes que posteriormente se absorberán por las paredes de este.

Las principales funciones que cumple el aparato digestivo son las siguientes:

- **Motilidad:** Consigue desplazar el bolo alimenticio a lo largo de todo el tubo digestivo mediante una serie de movimientos de diferente intensidad según la sección y procesos que en esta se estén llevando a cabo.

- **Secreción:** Permite la lubricación y digestión química del bolo alimenticio mediante la liberación de diferentes secreciones en puntos concretos del tracto digestivo.
- **Digestión:** procesos mediante los cuales se produce una atomización e hidrólisis de los alimentos, convirtiéndolos en sus nutrientes constituyentes, que pueden ser absorbidos más fácilmente a través del tubo digestivo. Se diferencian dos tipos:
 - **Digestión mecánica:** Llevada a cabo por los movimientos del propio tubo digestivo, que aplica fuerzas sobre el propio bolo alimenticio con el objetivo de degradar uniones estructurales de este, atomizarlo y hacerlo más accesible a la acción de las enzimas digestivas.
 - **Digestión química:** Llevada a cabo por las enzimas digestivas, que realizan ataques hidrolíticos sobre enlaces moleculares de distinta naturaleza de los alimentos, dejando libres los nutrientes fundamentales de estos para que puedan ser absorbidos.
- **Absorción:** Traslado de los nutrientes que forman los alimentos a través de las paredes de ciertas secciones del tubo digestivo, para que el sistema circulatorio los distribuya hasta los tejidos que los necesitan para realizar sus funciones.

3.3.1. Anatomía del aparato digestivo

Como en cualquier órgano, las funciones que lleva a cabo están estrechamente relacionadas con la propia estructura de este, por tanto, es de capital importancia conocer tanto las diferentes partes del sistema digestivo como su anatomía y la relación estructura-función que estas tienen.

El aparato digestivo (Figura 9) se puede subdividir en 2 partes claramente diferenciadas:

- **El tracto digestivo:** Formado un tubo continuo que recorre el interior del cuerpo desde la entrada, en la boca, hasta la salida por el ano. Determina el recorrido que hace el alimento a través del cuerpo, mientras sufre los diferentes procesos por los que se obtendrán los nutrientes de este.
- **Glándulas y órganos accesorios:** que se encargan de secretar una serie de sustancias que ayudan en la realización de las diferentes funciones digestivas, especialmente en la digestión motilidad digestivas.

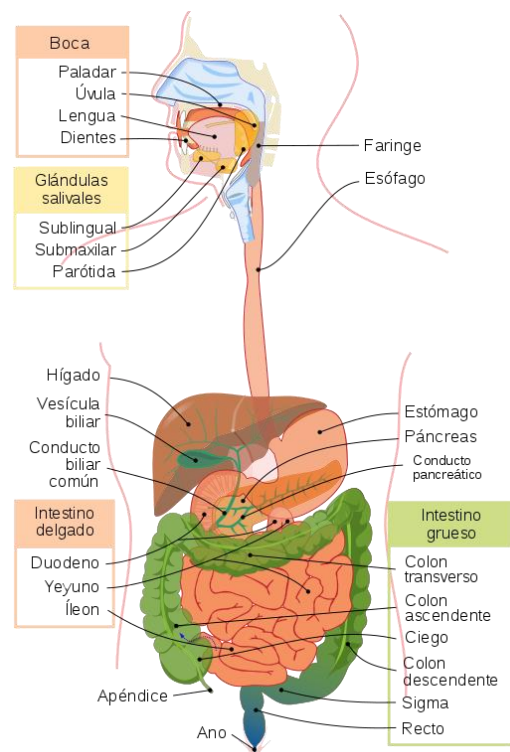


Figura 9: Aparato digestivo

3.3.1.1. Anatomía del tracto digestivo

Si bien, el tracto digestivo es un tubo continuo, se encuentra subdividido en varias secciones que realizan funciones secuenciales y diferentes en el procesamiento del alimento. Estas partes son:

Boca: Es la puerta de entrada de los alimentos al sistema digestivo y cuenta con una serie de estructuras que permiten llevar a cabo los primeros procesos de digestión química y los procesos de digestión mecánica mediante el triturado del alimento (Hoebler et al., 1998). Para evitar que el alimento salga de la boca mientras dichos procesos ocurren, la entrada de a la cavidad bucal está flanqueada por los labios, que gracias a su musculatura mantienen la cavidad hermética durante la masticación.

Para llevar a cabo el triturado de la comida una vez que esta se encuentra dentro de la boca, esta cuenta con 2 filas de dientes con diferentes funciones según su forma y disposición en la boca:

- **Incisivos:** Son los dientes más cercanos a la apertura bucal y permiten cortar el alimento en trozos más manejables para el resto de las estructuras bucales.

- Caninos: Situados en los extremos de la apertura bucal, su principal función es la de provocar el desgarre de los alimentos que sean más fibrosos y, por tanto, más difíciles de ser cortados directamente con los incisivos
- Premolares y molares: Son los encargados principales de los procesos de triturado, están más alejados de la apertura bucal, lo que evita que durante el triturado puedan expulsarse ciertos alimentos.

Mientras el alimento está siendo triturado por los dientes, este se va lubricando con la saliva que se segrega continuamente para facilitar la formación del bolo alimenticio, una masa compuesta por el alimento triturado correctamente embebido en dicha saliva (Mackie y Pangborn, 1990).

La lengua, una protuberancia musculosa situada en la base de la cavidad oral (Figura 10), permite manipular los trozos de alimento dentro de la boca para situarlos en los lugares correctos para que sean triturados por los premolares y molares, lubricarlos correctamente con saliva y, principalmente, ayudar a la deglución del bolo alimenticio una vez formado.

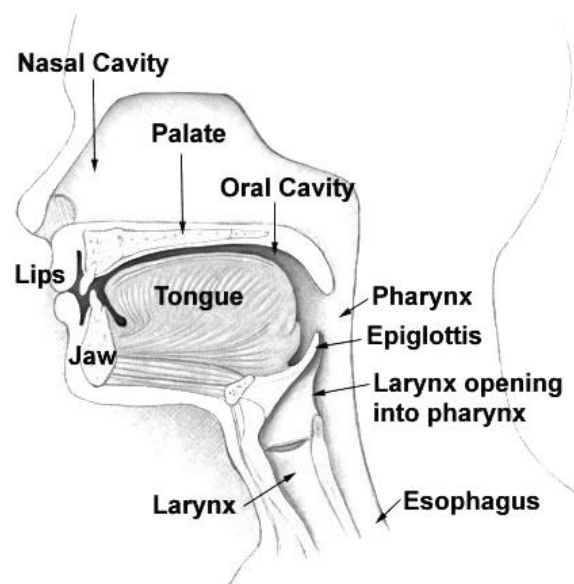


Figura 10: Cavidad oral y sus principales estructuras

Cuando el proceso de masticación y lubricación ha conseguido formar el bolo alimenticio este se deglute mediante un proceso en el que la lengua cumple un papel fundamental, empujándolo hacia el interior de la cavidad bucal, donde pasa a través de la faringe, que conecta la cavidad bucal con las fosas nasales y establece un punto común en el que se puede acceder tanto a la laringe, que lleva a los pulmones, como el esófago, que acaba en el estómago.

Para que el bolo alimenticio no se dirija hacia la laringe y provoque una obstrucción de las vías respiratorias, contamos con la epiglotis, una pestaña cartilaginosa que cubre la entrada a la laringe, dirigiendo el alimento hacia el esófago.

Esófago: Es la sección del tracto digestivo que conduce el bolo alimenticio desde la faringe hasta el estómago. Tanto al comienzo del esófago como en la unión de este y el

estómago nos encontramos con unas secciones discretas fuertemente engrosadas por musculatura llamadas esfínteres, estos participan como compuertas que compartimentan secciones del tubo digestivo que cuentan con unas condiciones concretas e incompatibles con las de secciones adyacentes. En el caso de la unión esófago-estómago, el esfínter esofágico inferior protege a este del pH ácido del jugo gástrico necesario para la realización de la digestión ácida estomacal.

Estómago: Ensanchamiento del tubo digestivo encargado de realizar la digestión ácida del alimento. Cuenta con un esfínter en la entrada, llamada cardias, y otro a la salida, el píloro. Estos esfínteres se cierran y permiten que el tanto el alimento como las secreciones vertidas en el estómago no salgan y puedan llevar a cabo la digestión química.

El estómago (Figura 11) se encuentra a su vez subdividido en 3 porciones:

- **El fundus:** Parte superior del estómago, forma una cavidad que se eleva por encima de la abertura desde el esófago.
- **Cuerpo:** Parte central del estómago, en sus lados se puede diferenciar la curvatura menor y la curvatura mayor, que hace que la bolsa estomacal gire hacia el lado derecho del cuerpo.
- **Antro:** parte más baja del estómago, es también la que cuenta con una mayor musculatura, que el servirá para realizar el vaciado gástrico durante el proceso digestivo.



Figura 11: Estómago y sus principales secciones

Por toda la superficie interna del estómago está tapizada por una capa mucosa, llamada mucosa gástrica, que está recubierta de unas glándulas, en las criptas gástricas. Estas glándulas secretan diferentes tipos de sustancias según la porción del estómago en la que nos encontremos, ya que, mientras que en las zonas cercanas al esfínter nos encontramos casi exclusivamente con glándulas mucosas que secretan un

mucopolisacárido que funciona como barrera protectora de la mucosa del estómago, en las zonas del fundus y el cuerpo encontramos también células parietales, secretoras de HCl y factor intrínseco, así como células principales secretoras que secretan pepsinógeno, proenzima precursora de la pepsina.

Intestino delgado: Los alimentos, tras completar la digestión ácida en el estómago, pasan al intestino delgado (Figura 12) donde se lleva a cabo la digestión básica de este.

Para que dicho alimento cruce desde el estómago, el píloro debe abrirse y permitir el paso al intestino delgado, que, midiendo unos 7 metros, es la porción más larga del tubo digestivo y se puede subdividir en 3 zonas diferentes: El duodeno, yeyuno e íleon, que son prácticamente idénticas a nivel morfológico.

La particularidad morfológica más evidente del intestino delgado es el alto nivel de plegamiento de su mucosa interna, dando como resultado una alta superficie de contacto con el contenido de este.

Esto tiene gran importancia debido a que la principal función del intestino delgado, además de realizar la digestión básica del alimento, es la de absorber los nutrientes a lo largo de su recorrido a través de este. Para ello, la mucosa del intestino delgado cuenta con varios niveles de plegamiento, empezando por las válvulas conniventes, que luego se pliegan formando vellosidades, las cuales se plegaran dando lugar a las microvellosidades. Al conjunto de las microvellosidades se les conoce como ribete en cepillo y en su superficie podemos encontrar el glicocálix en el que se encontrarán las enzimas que participan en la digestión de membrana y la absorción de nutrientes.

Entre todas estas estructuras, la principal unidad de absorción es la vellosidad intestinal, que cuenta con enterocitos irrigados que permitirán el paso de los nutrientes al torrente circulatorio. Sin embargo, en la mucosa intestinal también aparecen otras estructuras, llamadas criptas de Lieberkühn, que cuentan con células secretoras de un mucus que protege la mucosa intestinal.

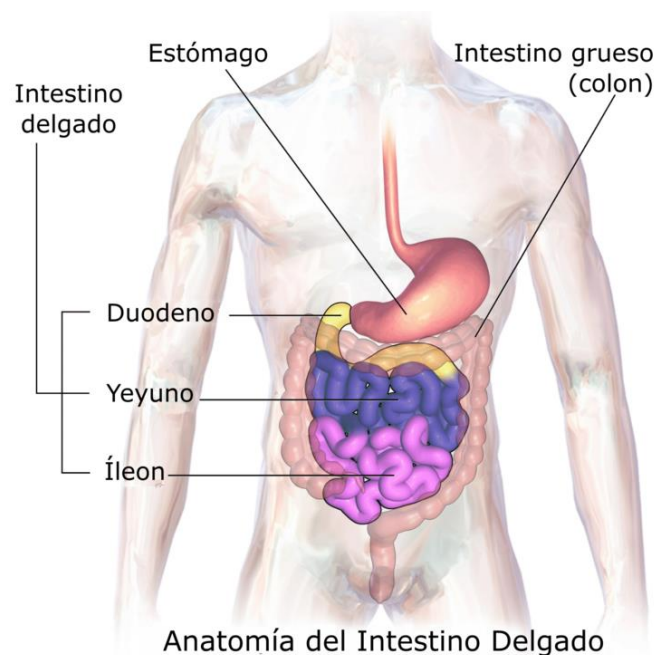


Figura 12: Intestino delgado y sus principales secciones

Intestino grueso: Una vez que el alimento ha recorrido todo el intestino delgado y sus nutrientes han sido absorbidos, este pasa al intestino grueso al atravesar el esfínter íleo-cecal.

El intestino grueso es fácilmente diferenciable del intestino delgado por tener una morfología más ancha que este, además es mucho más corto. Su función principal también es totalmente diferente, ya que mientras que el intestino delgado estaba especializado en la absorción de nutrientes, el intestino grueso se encarga principalmente de la reabsorción del agua, la descomposición de ciertos nutrientes por parte de la microbiota intestinal y la formación de vitamina K (Quera P et al., 2005). Finalmente se acabarían formando las heces con el material restante.

Se pueden diferenciar 3 zonas en el intestino grueso; el ciego, en el que encontramos el apéndice, el colon, que se puede subdividir en colon ascendente, colon transversal, colon descendente y colon sigmoide, y el recto, tras el cual encontramos el ano. Además, a lo largo de estas zonas se pueden ver unas bandas superficiales de musculatura lisa que generan unos abultamientos llamados haustras. Finalmente nos encontramos con el ano, precedido por un esfínter doble que debe abrirse para que se produzca la defecación.

El esfínter anal interno, al igual que el resto de esfínteres del tubo digestivo, está compuesto por musculatura lisa, por lo que su apertura es involuntaria, sin embargo, el esfínter anal externo está formado por musculatura estriada, pudiendo ser abierto y cerrado a voluntad.

3.3.1.2. Anatomía de las glándulas y órganos accesorios

Además del propio tracto digestivo, el aparato digestivo cuenta con una serie de glándulas y órganos accesorios imprescindibles para la realización de su función. Estas son:

Glándulas salivales: Se encuentran en la boca y, aunque revisten gran parte de la superficie interna de esta, especialmente en la lengua, son de muy pequeño tamaño, por lo que nos centraremos en los 3 pares de glándulas salivares mayores; las parótidas, maxilares y sublinguales.

Estas glándulas de tipo acinar, por lo que cuentan con una característica morfología en forma de racimo. Cada acino (Figura 13) es una cavidad recubierta de células secretoras que vierten a esta su contenido, siendo redirigido hacia el exterior por un sistema de conductos arborescentes que desembocan en la cavidad bucal. Los conductos más importantes de dicha red arborescentes son los conductos intercalares, que convergen para formar conductos estriados, que a su vez se unen formando el conducto principal de la glándula, en cuyo extremo se encuentra su salida a la cavidad bucal.

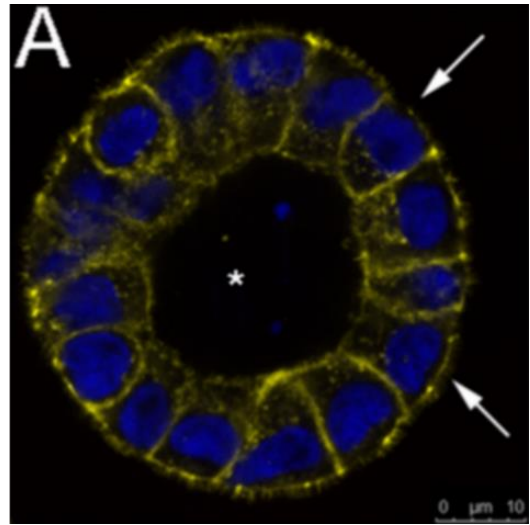


Figura 13: Acino (con células secretoras señaladas)

Se pueden diferenciar 3 tipos de acinos:

- **Acinos mucosos:** Secretan mucus, un polisacárido que proporciona a la saliva su textura viscosa.
- **Acinos serosos:** Generan una secreción con un alto contenido enzimático, esencial para las primeras fases de la digestión química, que se llevan a cabo en la boca durante la masticación.
- **Acinos mixtos:** Cuentan con células secretoras mucosas y serosas.

Porción exocrina del páncreas:

El páncreas (Figura 14) cuenta con dos regiones con diferentes funciones, la porción generadora de hormonas, que pertenece al sistema endocrino y la porción exocrina, que pertenece al sistema digestivo.

La estructura de la porción exocrina del páncreas es muy similar a la que encontramos en las glándulas salivales, teniendo una morfología acinar, compuesta principalmente por unas células secretoras que tienen un citoplasma repleto de pequeñas vesículas exocíticas llamados gránulos de zimógeno. En estos gránulos se concentrarán las enzimas que posteriormente se verterán a través de los conductos excretores al duodeno, dónde llevarán a cabo la mayor parte de las reacciones enzimáticas responsables de la digestión química del alimento.

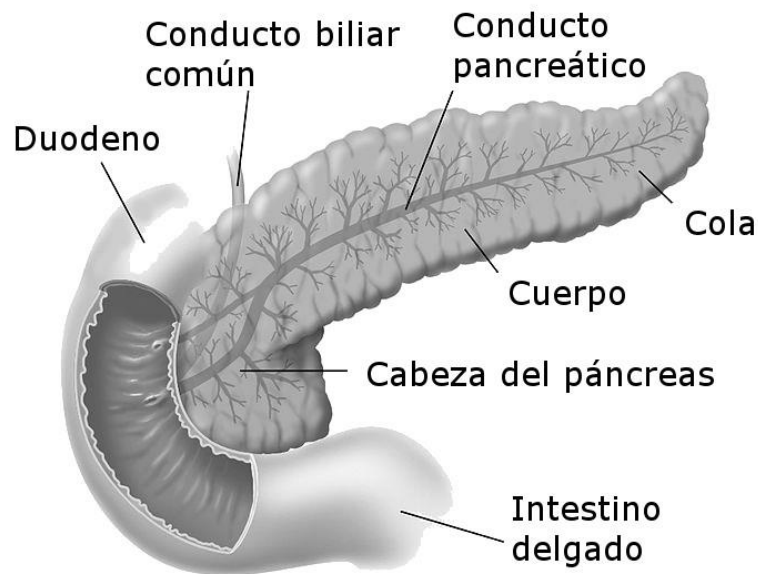


Figura 14: Páncreas y sus principales secciones

Los primeros conductos que nos encontramos en la estructura arborescente de la porción exocrina del páncreas son los conductos radiculares, que se unen para formar el conducto de Winsurg, que se une al colédoco, un conducto procedente del sistema biliar, finalmente el colédoco desemboca en el duodeno a través de un esfínter conocido como esfínter de Oddi, que se ve recubierto en su salida al duodeno por una pequeña protuberancia llamada ampolla de Vater.

Hígado y sistema biliar: El hígado participa en una miríada de procesos corporales tan diversos e importantes como la detoxificación, síntesis de proteínas plasmáticas, gluconeogénesis, almacenaje de moléculas de alto valor energético o el metabolismo de lípidos y el hierro (Rishi y Subramaniam, 2017). Además de estos, el papel que cumple en el sistema digestivo es fundamental.

Anatómicamente, el hígado se divide en unidades funcionales llamadas lobulillos hepáticos (Figura 15), que están formadas por hepatocitos fuertemente irrigados por los capilares sinusoides. La sangre llega a estos capilares a través de la arteria hepática y la vena porta, que procede directamente del intestino delgado, dónde ha recogido los nutrientes procedentes de los alimentos. Tanto la arteria hepática como la vena porta, se sitúan en los vértices de los lobulillos hepáticos, que tienen una forma hexagonal, desde ahí se adentran en estos lobulillos mediante los capilares sinusoides, que tienen un gran contacto con los hepatocitos, gracias a las fenestraciones presentes en las superficies de estos.

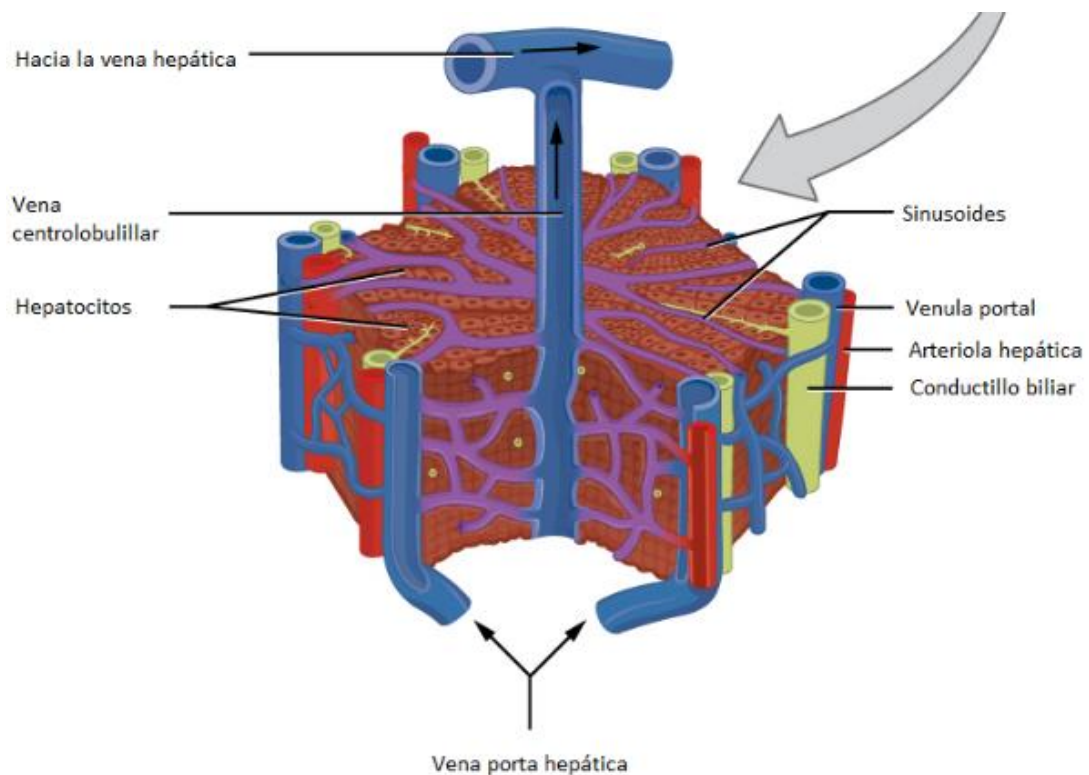


Figura 15: Lobulillo hepático y sus principales estructuras

En los lobulillos hepáticos también encontramos otros tipos de conductos, los canalículos biliares, cuya función es la de extraer la secreción biliar secretada por los hepatocitos, en dirección centrífuga. Estos canalículos se acaban uniendo para formar los conductos hepáticos izquierdo y derecho que se acaban fusionando en un conducto hepático común. A dicho conducto se une el conducto cístico procedente de la vesícula biliar para formar el colédoco que desemboca en el duodeno cuando el esfínter de Oddi se encuentra abierto, es decir durante la digestión activa del alimento, ya que, en etapas de ayuno, el esfínter se cierra, haciendo que la secreción biliar se acumule en la vesícula biliar hasta la próxima digestión.

3.3.2. Motilidad del aparato digestivo

La función de motilidad del aparato digestivo es fundamental para la realización de las otras funciones, permitiendo que el alimento se vaya desplazando distalmente, a través de todo el tracto digestivo, a una velocidad adecuada a los procesos que en dicha porción se lleve a cabo. Para realizarla, las capas de musculatura lisa del tracto digestivo actúan como de forma coordinada como un sincitio, propulsando el bolo alimenticio desde la boca hasta el ano.

Los 2 principales tipos de movimientos que se dan a lo largo del tubo digestivo son:

- Movimientos propulsores: que desplazan el alimento a lo largo del tubo digestivo, a diferente velocidad según los procesos digestivos que se lleven a cabo en cada sección, ya que, mientras que en las zonas donde se produce una digestión y absorción de nutrientes se da un movimiento más lento, en las zonas “de paso” se dan movimientos que hacen desplazarse el alimento más rápidamente.
- Movimientos mezcladores: Mezclan el alimento con las secreciones digestivas, llevan a cabo una digestión mecánica de este y aumentan la eficiencia en la digestión química y la absorción de los nutrientes.

En cualquier caso, los movimientos digestivos se llevarán a cabo gracias a la unidad motora, formada por las capas de musculatura circular y longitudinal que actúan de forma coordinada gracias a la activación por parte de los plexos nerviosos.

Las diferentes fases que se dan en la motilidad digestiva son las siguientes:

Masticación:

Cuando se introduce el alimento en la cavidad oral, empiezan una serie de procesos que conseguirán formar una pequeña masa lo más homogénea y lubricada posible llamada bolo alimenticio, para lo que se ponen en marcha mecanismos tanto voluntarios como involuntarios en los que intervienen las piezas dentales, lengua y toda la musculatura maxilar.

La masticación en sí es un proceso voluntario, sin embargo, también tiene cierto componente reflejo, ya que no pensamos activamente las veces que estamos masticando, ni la forma en la que realizamos cada uno de los movimientos que intervienen.

Fisiológicamente, la masticación reviste gran importancia ya que ahí se empieza a realizar tanto la digestión mecánica, por la acción trituradora de las piezas dentales posteriores, como la digestión química, realizada por la saliva que se secreta de forma involuntaria cuando se nos expone al alimento y este se empieza a masticar (Mackie y Pangborn, 1990). Gracias a la masticación continuada del alimento y la lubricación por parte de la saliva se acabará formando el bolo alimenticio que puede ser deglutido para continuar con los procesos digestivos.

Deglución:

Se puede entender como deglución al paso de bolo alimenticio desde la cavidad oral al estómago, y es un proceso de gran complejidad que tiene varias fases bien definidas:

Etapas oral: Una vez que se ha formado el bolo alimenticio correctamente, la lengua lo empuja a la parte posterior de la cavidad oral, hacia el paladar blando, esto provoca la elevación de dicho paladar cerrando la comunicación de las fosas nasales con la faringe.

Etapas faríngea: Cuando el bolo alimenticio se adentra por la garganta, se produce la elevación de la glotis y el descenso de la epiglotis, que cierra la comunicación con las vías respiratorias que llevan a los pulmones, gracias a esto se puede evitar que el bolo alimenticio obstruyese dichas vías y provocase un episodio de asfixia. El bolo alimenticio, por tanto, seguirá el recorrido descendiendo a través de la vía digestiva, recorriendo el esófago.

Etapas esofágica: Finalmente el bolo alimenticio será conducido al estómago gracias a la propia fuerza de la gravedad y a unos movimientos impulsores que serán característicos del resto del tubo digestivo, las ondas peristálticas (Figura 16), unas contracciones puntuales de la musculatura digestiva que se propagan en dirección distal, ayudando al desplazamiento del alimento (Costa et al., 1998).

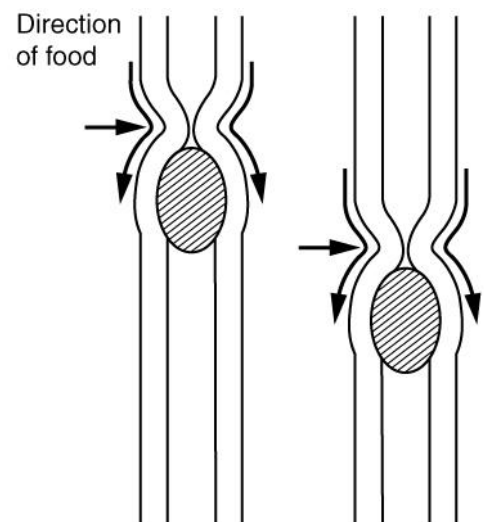


Figura 16: Onda peristáltica impulsando el bolo alimenticio

Cuando el bolo alimenticio llega a la parte final de la faringe, se genera una onda peristáltica al inicio del esófago que abre el esfínter esofágico superior, permitiendo la entrada de este, posteriormente se irán generando ondas que vayan moviendo el bolo hacia el

estómago, donde dichos estímulos abrirán el esfínter esofágico inferior, conduciendo el bolo alimenticio al estómago.

Motilidad gástrica:

Una vez que el bolo alimenticio entra al estómago, se generan varios tipos de movimientos que cumplen 3 funciones principales:

- Almacenamiento: Los movimientos que reciben la comida y la guardan en el estómago por largos lapsos de tiempo nos permite no depender de una alimentación continua.
- Mezclado: Esenciales a la hora de poner en contacto la mayor cantidad de alimento posible con las secreciones gástricas, favoreciendo la digestión química.
- Vaciamiento gástrico: Permiten que el contenido del estómago pase de forma lenta y controlada al intestino delgado.

Todos estos movimientos tendrán su origen en el cuerpo del estómago, donde se generarán unas ondas de polarización a las que se suele conocer como “ritmo eléctrico básico” que se propagarán por el resto de la superficie interna gástrica hasta llegar al píloro.

Cuando el estómago se encuentra vacío, también se producen ciertos movimientos, conocidos como “complejo mioeléctrico migratorio”, que aseguran que el estómago esté limpio de alimento y, con el aumento de su intensidad, alertan de la necesidad de comer ante un ayuno prolongado.

Sin embargo, los movimientos más importantes que se llevan a cabo en el estómago se producen cuando llega el alimento a este. Durante el llenado gástrico, la comida ingerida se va acumulando en el estómago gracias a la adaptación volumétrica de este, cuando el estómago se llena lo suficiente y empieza a generarse tensión en su superficie, se produce un impulso nervioso que proporciona una sensación de saciedad (Wang et al., 2008).

Una vez que el alimento se encuentra dentro del estómago, las ondas peristálticas del ritmo eléctrico básico comienzan a mezclarlo con las secreciones gástricas, favoreciendo su digestión. Estas mismas ondas, que se generan en el cuerpo del estómago, cuando

llegan a la zona cercana píloro, que tiene unas paredes musculares más engrosadas, produce una contracción más intensa que recoge parte del alimento presente en el interior del estómago y lo hace pasar a través del esfínter pilórico, que se abre momentáneamente para dicho fin, a esto se le conoce como sístole antral, y su principal función es la de conseguir que se genere un vaciamiento gástrico lento y controlado para que vaya pasando el alimento al intestino delgado en pequeñas cantidades, con las que se generará una digestión básica y una absorción de nutrientes más eficiente.

Motilidad intestinal:

En el intestino delgado nos encontraremos con dos tipos de movimientos con diferente función; por un lado, las contracciones segmentarias producirán la constricción de segmentos alternos del tubo digestivo, lo que ayudará a que se mezcle adecuadamente el contenido para facilitar su digestión y posterior absorción de los nutrientes, y por otra parte se irán generando las mencionadas ondas peristálticas que promoverán el avance del alimento a lo largo del tubo digestivo (Costa et al., 1998).

Cabe destacar el papel capital que tiene la vesícula biliar y el esfínter de Oddi, ya que proporcionarán las enzimas digestivas necesarias para la digestión básica del alimento en el intestino delgado. Estos dos elementos actúan de forma coordinada, de forma que cuando la vesícula biliar se contrae, expulsando el contenido enzimático de las secreciones biliares y pancreáticas, el esfínter de Oddi se abre permitiendo el paso de dicho contenido al intestino, donde entrará en contacto con el alimento.

Cuando el alimento ha sufrido dicha digestión y se ha ido desplazando a través de todo el intestino delgado, con la consecuente absorción nutricional de sus componentes, acaba llegando al esfínter íleo-cecal que se abrirá para permitir el paso al intestino grueso, donde la velocidad de desplazamiento desciende. Durante el paso por el intestino grueso, este generará unas contracciones segmentarias parecidas a las del intestino delgado, pero que en este caso tienen la función principal de extraer el contenido de agua de los residuos del alimento, formando poco a poco las heces. Además, se producen unos movimientos impulsores conocidos como “movimientos en masa”, que se producen tan solo unas pocas veces a diario y tienen la función de desplazar las heces en formación hasta el final del tubo digestivo, el recto (García et al., 1991).

Cuando el recto se llena de heces, la distensión de sus paredes produce un reflejo defecatorio que provoca la apertura del esfínter anal interno, aunque para que se

complete la defecación, se deberá producir la apertura voluntaria del esfínter anal externo.

3.3.3. Procesos digestivos y absorción intestinal

Etapa oral

Los procesos digestivos comienzan incluso desde antes de que el alimento ingrese en el cuerpo, ya que la simple observación del alimento y la preparación previa a la ingestión de este pone en marcha una serie de mecanismos que estimulan la secreción de los elementos que participarán en la digestión, sobre todo en las etapas oral y gástrica, así como los movimientos que ayudarán a esta.

Cuando el alimento ingresa en la cavidad bucal y se empieza a realizar la masticación se empiezan a secretar grandes cantidades de saliva que aseguren la correcta lubricación del alimento (Mackie y Pangborn, 1990), pero también dan comienzo a los primeros procesos de digestión química, en la que varias enzimas presentes en ella comienzan a degradar el alimento en sus nutrientes constituyentes (Pedersen et al., 2018), las principales enzimas presentes en la saliva y sus funciones son las siguientes:

- **Alfa-amilasa salival o ptialina:** comienza a degradar las moléculas hidrocarbonadas de los polisacáridos no fibrosos, como el almidón, separándolos en cadenas más sencillas.
- **Lipasa salival:** Producida en las células de la lengua, permite degradar triglicéridos.

Estas enzimas tendrán un margen de actuación limitado por el tiempo que se mantenga la masticación antes de la deglución, por lo que una masticación más prolongada proporcionará una mejoría en esta primera fase digestiva.

Etapa estomacal

Una vez que el alimento ha sido deglutido y ha atravesado el esófago, seguirá con los procesos digestivos en el estómago, dónde se encontrará con el quimo ácido que contiene grandes cantidades de ácido clorhídrico (HCl), el cual reduce el pH estomacal hasta un valor aproximado de 2, otorgando a este un potente poder corrosivo. Esto hace que la pared interna del estómago se deba proteger frente a tal acidez, para ello la

superficie de la mucosa cuenta con mucinas y bicarbonato que ayudan a neutralizarla, permitiendo mantener el contacto sin sufrir daños.

Las principales funciones que cumple el HCl en la digestión ácida estomacal son:

- Degradar las fibras de las cubiertas celulósicas vegetales, ayudando al acceso al interior de las células vegetales, y del tejido conjuntivo en alimentos de origen animal.
- Servir como factor transformante del pepsinógeno en pepsina.
- Desnaturalizar las proteínas del alimento, para que las enzimas proteolíticas puedan actuar directamente sobre los enlaces de las cadenas polipeptídicas.
- Regular los procesos de apertura y cierre del esfínter pilórico.
- Provocar la reducción de ciertos nutrientes con el objetivo de que se puedan absorber de forma más eficiente (como el Fe y el ácido ascórbico).

El HCl realmente es liberado por las células parietales como sus iones constituyentes, protones (H^+) y cloruro (Cl^-) que se unen en el lumen estomacal para formar el ácido clorhídrico. Además, las células parietales también secretan otro elemento, el factor intrínseco, una glucoproteína que se une a la vitamina B12 y permite que esta se pueda absorber más tarde.

En la secreción estomacal también nos encontramos con pepsinógeno, una proenzima secretada por las células principales del estómago, que, al entrar en contacto con el HCl, pierde una fracción llamada “péptido inhibidor” para convertirse en pepsina, su forma activa. La pepsina es una enzima proteolítica con actividad endopeptidasa que se encarga de hidrolizar los enlaces peptídicos de las proteínas desnaturalizadas, concretamente sobre aquellos enlaces dicarboxílicos y aromáticos, seccionando la proteína desnaturalizada en cadenas polipeptídicas más pequeñas sobre las que actuarán otras enzimas posteriormente.

Etapas intestinal:

El quimo ácido proveniente del intestino entra en el intestino delgado gracias a las sístoles antrales consecutivas. Ya en el intestino, entra en contacto con la secreción pancreática y biliar, produciéndose una digestión completa de las proteínas, lípidos y

carbohidratos del alimento, permitiendo que se absorban durante el transcurso a través de todo el tramo intestinal.

En la secreción pancreática encontramos una importante cantidad de ion cloruro y, sobre todo, ion bicarbonato, que provoca que tenga un pH superior a 7,5, neutralizando la acidez del quimo ácido, que pasa a convertirse en quimo básico. Es por ello que se suele referir a la digestión intestinal como digestión básica.

Bajo estas condiciones de basicidad, las enzimas digestivas que estaban actuando en el estómago dejan de tener actividad, por lo que, la digestión básica se realizará exclusivamente con las enzimas provenientes de la secreción pancreática y la secreción biliar.

Las enzimas presentes en la secreción pancreática y sus principales funciones son las siguientes:

- **Enzimas glucolíticas:** Degradan los hidratos de carbono, la principal enzima glucolítica de la secreción pancreática es la alfa-amilasa pancreática. Esta, al igual que la amilasa salival, hidroliza los enlaces alfa 1 → 4 glucosídicos, degradando los hidratos de carbono no fibrosos, dejándolos como maltosas, maltotriosas, moléculas de glucosa libre y dextrinas límite. No obstante, no es capaz de actuar sobre la fibra alimentaria, dejándola intacta para que cumpla otras funciones digestivas.
- **Enzimas lipolíticas:** Que hidrolizan los lípidos. En la secreción pancreática encontramos la lipasa pancreática, que actúa sobre los triglicéridos, hidrolizando la unión de los ácidos grasos presentes en las posiciones 1 y 3 del glicerol, dejando 2 ácidos grasos libres y una molécula de 2-monoglicerol.
- **Enzimas proteolíticas:** Hidrolizan las uniones entre enlaces peptídicos. En la secreción pancreática encontramos endopeptidasas, que actúan sobre los enlaces peptídicos del interior de la cadena polipeptídica, dejando pequeñas cadenas de oligopéptidos. Concretamente, la tripsina (que se libera como su proenzima tripsinógeno) y la quimiotripsina (que se libera como la proenzima quimiotripsinógeno). Mientras que las carboxipeptidasas y las aminopeptidasas, son exopeptidasas, haciendo esto mismo en los extremos carboxilo y amino terminales, respectivamente.

En el duodeno, junto a la secreción pancreática, también se libera la secreción biliar procedente del hígado. Esta secreción, además de cumplir un papel excretor mediante

el cual se elimina la bilirrubina, tiene una función digestiva, ayudando en la digestión de las grasas gracias a las sales biliares.

Las sales biliares tienen una estructura parecida a la molécula de colesterol y, gracias a su carácter anfipático, tienen la capacidad de formar pequeñas gotas lipídicas llamadas micelas, en las que la fracción hidrófoba de la molécula queda en el interior, mientras que la fracción polar se orienta hacia el exterior. Estas micelas ayudan durante la digestión integrando en su interior pequeñas porciones de las grasas que contiene el alimento, facilitando a las enzimas lipasas su acceso a estas (Macierzanka et al., 2019). A este proceso se le conoce como emulsión.

La digestión intestinal, en la que participarán todas las secreciones mencionadas, se llevará a cabo en dos fases bien diferenciadas, la digestión luminal, que se lleva a cabo en la luz del tubo digestivo y en ella se producirán las reacciones hidrolíticas por parte de las enzimas pancreáticas (con ayuda de las sales biliares), y una digestión de membrana, en la que participarán las enzimas del glicocáliz presente en las microvellosidades de los enterocitos. Posteriormente, se producirá la absorción de los nutrientes ya hidrolizados, a través de los enterocitos.

Digestión y absorción de los hidratos de carbono

La principal enzima que participa en la digestión luminal que sufren los hidratos de carbono al llegar a la luz intestinal es la alfa-amilasa pancreática, que actúa sobre el almidón y glucógeno, rompiendo los enlaces alfa 1 → 4 glucosídicos, formando oligosacáridos como la maltosa, maltotriosa, dextrinas límite y algunas moléculas libres de glucosa. Estos oligosacáridos, junto con otros que se hayan consumido directamente con el alimento, sufrirán entonces una digestión de membrana por parte de las siguientes oligosacaridasas del glicocáliz:

- **Lactasa:** Que hidroliza los disacáridos de lactosa para dejarla como una molécula de glucosa y otra de galactosa. Es una enzima que sufre un decaimiento en su producción con la edad, salvo que se siga consumiendo leche con lactosa en edad adulta.
- **Sacarasa-isomaltasa:** Como su nombre indica, cuenta con dos actividades enzimáticas. Con su actividad sacarasa hidroliza la sacarosa para producir una molécula de glucosa y otra de fructosa. Con su actividad isomaltasa, hidroliza las moléculas de maltosa en dos moléculas de glucosa libre.

- Trehalasa: Se encarga de hidrolizar la trehalosa, generando dos moléculas de glucosa libre.

Tras la digestión de membrana, todos los hidratos de carbono no fibrosos habrán quedado en forma de monosacáridos (glucosa, fructosa y galactosa), que se absorberán a través de la membrana apical de los enterocitos. En el caso de la glucosa y la galactosa, atravesarán dicha membrana gracias a un mecanismo de transporte activo dependiente de Na^+ , lo que conllevará un gasto de energía en forma de ATP, mientras que la fructosa se absorbe por transporte pasivo a favor del gradiente de concentración, para conseguir dicho gradiente, las moléculas de fructosa que entran en los enterocitos se convierten rápidamente en moléculas de glucosa.

Esto explica que la glucosa, que se obtiene principalmente de la sacarosa o azúcar común, al ser absorbida por transporte activo, pase antes a la sangre que otros azúcares como la fructosa, presente mayoritariamente en la fruta, por lo que implica unos picos glucémicos postprandiales más elevados, con las graves consecuencias que esto tiene en el desarrollo de patologías como la diabetes tipo II.

Digestión y absorción de lípidos

El principal problema que se encuentran los lípidos en la digestión es su propia naturaleza hidrofóbica, que impide la disolución de estos en la solución acuosa intestinal, por ello, para realizar una correcta digestión de estos se debe llevar a cabo una emulsión en gotas más pequeñas para que aumente su superficie de contacto con las enzimas encargadas de su hidrólisis.

En el estómago, con los movimientos de mezclado del alimento, se lleva a cabo una primera emulsión grosera, en la que se forman grandes gotas de grasa. Cuando el alimento pasa al intestino delgado, se produce una emulsión final en la que se incluyen dichos lípidos en las pequeñas micelas formadas por las sales biliares (Macierzanka et al., 2019), facilitando el acceso a estos por parte de la lipasa pancreática, la fosfolipasa y la colesterol esterasa.

Cuando se han generado los ácidos grasos libres y los 2-monoglicéridos, estos atraviesan de forma pasiva a través de la membrana de los enterocitos, gracias a su similar naturaleza. Cuando se encuentran dentro de los enterocitos, los ácidos grasos se vuelven a reesterificar para formar triglicéridos, de forma que se siga manteniendo el gradiente que favorezca la absorción de estos. Los triglicéridos entonces se incluirán con

unas estructuras proteicas para formar unas lipoproteínas llamadas quilomicrones, que se transportarán al sistema linfático.

Sin embargo, a pesar de que la mayoría de lípidos pueden hidrolizarse y llegar a absorberse, se ha demostrado que los lípidos con un mayor grado de insaturación, como las llamadas “grasas saludables” presente en el aceite de oliva o el pescado, también se digieren y absorben con mayor facilidad (Doreau y Chilliard, 1997), proporcionando una digestión menos “pesada” que las comidas en las que encontramos una mayor proporción de grasas saturadas, como las encontradas en carnes rojas o bollería industrial.

Digestión y absorción de proteínas

Al intestino llegan una serie de polipéptidos fraccionados previamente por las peptinas estomacal. En el lumen del intestino, por acción de las endopeptidasas (tripsina y quimiotripsina) y las exopeptidasas (carboxipeptidasas y aminopeptidasas), se irán degradando los polipéptidos, transformándolos en oligopéptidos, que posteriormente sufrirán una digestión de membrana por parte de las oligopeptidasas, presentes en el glicocálix de los enterocitos o en el interior de estos.

Finalmente, se procederá a la absorción de los aminoácidos libres mediante un mecanismo de transporte activo dependiente de Na^+ .

En el proceso de digestión proteica, se lleva a cabo un proceso de separación de las cadenas polipeptídicas de la matriz del alimento para la posterior desnaturalización e hidrólisis de estas. La facilidad de acceso a dicha proteína depende del tipo de alimento y se mide con el conocido como “valor biológico”, actualmente el alimento que posee un mayor biológico es el huevo. Además, otro factor importante es la propia variedad de aminoácidos presentes en el alimento y, sobre todo, si cuenta con los 9 aminoácidos esenciales que nuestro organismo no puede sintetizar, en este caso, los alimentos de origen animal como la carne, pescado, leche o huevos son los que tienen una mayor variedad de aminoácidos, en algunos casos llegando a considerarse “proteínas completas” al contar con todos ellos.

Reabsorción de agua, electrolitos y sales biliares

En el intestino delgado, además de producirse la absorción de los nutrientes mencionados, también se produce una absorción continua de agua y electrolitos, que normalmente suele funcionar mediante un sistema de transporte acoplado, en el que la absorción del Na^+ por transporte activo, “arrastra” a otros electrolitos por diferencia de carga que se genera a ambos lados de la membrana, y estos electrolitos, a su vez, arrastran moléculas de agua en su absorción.

Otros electrolitos, no obstante, necesitan mecanismos de transporte específicos. Este es el caso del calcio, que necesita vitamina D y la acción de la hormona paratiroidea para su absorción, o del hierro cuya absorción está sujeta a multitud de variables, como su estado de oxidación.

En el intestino grueso, se produce principalmente una alta reabsorción de agua y electrolitos, así como la casi completa (95%) reabsorción de las sales biliares secretadas con la bilis en el inicio de la digestión intestinal.

3.3.4. Patologías del aparato digestivo

3.3.4.1 Principales patologías

Las patologías relacionadas con el sistema digestivo son unas de la que más comúnmente se producen en la población general y que, además, ha experimentado un incremento en su incidencia en los últimos años (Stepanov et al., 2009). Estas pueden estar relacionadas con cualquiera de las 4 funciones principales que el aparato digestivo lleva a cabo (motilidad, secreción, digestión y absorción) y, en cualquiera de estos casos, provocar una disminución en la eficiencia digestiva a la hora de procesar los alimentos consumidos y obtener los nutrientes de estos, lo que podría causar una disminución de los elementos esenciales para el correcto funcionamiento de las demás funciones corporales.

Es por ello que el conocimiento de dichas enfermedades es de vital importancia para el conjunto de la sociedad. A continuación, se muestran las principales enfermedades relacionadas con las diferentes secciones del aparato digestivo, así como su fisiopatología.

Boca:

En referencia a la cavidad bucal podemos diferenciar entre aquellas patologías que afectan principalmente a las piezas dentales, que se engloban dentro del campo de estudio de la odontología y pueden generar problemas en los procesos masticatorios, y aquellas que afectan al resto de las estructuras bucales, que suelen tener más influencia en los procesos de secreción y deglución bucal:

- Enfermedades relacionadas con las piezas dentales:
 - **Caries dental:** Con una elevada incidencia (90% de la población mundial) es la segunda enfermedad más común en España. Consiste en la degradación puntual y progresiva de las diferentes capas de la pieza dental como consecuencia de la acción corrosiva de los ácidos producidos por ciertas bacterias, como *Streptococcus mutans* y *Lactobacillus acidophilus*. Se puede evitar gracias a una correcta higiene bucodental que elimine la placa bacteriana que produce dichos ácidos.
 - **Gingivitis:** Inflamación de la región de la encía situada en la base de la pieza dental, su etiología difiere ampliamente según el caso, pero a menudo suele estar relacionada con una higiene bucodental deficiente.
- Enfermedades del resto de estructuras bucales:
 - **Herpes labial:** Infección viral provocada por Herpes virus simple de tipo 1 o 2, que provoca la aparición de ampollas serosas que terminan liberando su contenido y formando costras. Es una enfermedad contagiosa que, sin embargo, suele limitar su aparición a brotes puntuales en estados de inmunodepresión.
 - **Aftas bucales:** Pequeñas lesiones en la mucosa bucal que suelen cursar con inflamación local y dolor ante el contacto.

Esófago:

- **Reflujo Gastroesofágico:** Enfermedad consistente en la inyección del contenido estomacal de vuelta al tubo esofágico, pudiendo generar graves daños en la mucosa esofágica debido al bajo pH del quimo ácido gástrico. Ocurre cuando el esfínter que separa el esófago y el estómago se mantiene abierto aún sin haber paso de bolo alimenticio a través de este. Habitualmente se produce debido al

hábito de acostarse poco después de la comida, lo que provoca la salida del contenido estomacal de vuelta al esófago.

- **Esófago de Barret:** Inflamación de la porción inferior del tubo esofágico como consecuencia de la acción corrosiva del reflujo gastroesofágico sufrido durante largos periodos. Suele asociarse con un mayor riesgo de padecer cáncer esofágico.
- **Esofagitis eosinofílica:** Inflamación crónica de la porción inferior del tubo esofágico debido al acúmulo de eosinófilos. Suele provocar un engrosamiento de las paredes esofágicas que dificulta el paso del bolo alimenticio durante su ingestión.

Estómago:

- **Úlceras gástricas:** Lesiones generadas en la superficie interna estomacal, principalmente debido a la infección por *Helicobacter pylori* y el uso prolongado de antiinflamatorios no esteroideos, que pone al descubierto la mucosa gástrica frente a las secreciones corrosivas de la digestión ácida, produciendo un intenso dolor.
- **Gastroparesia:** Disminución (o desaparición) en las contracciones gástricas participantes en los procesos digestivos que pueden provocar problemas en el mezclado y vaciamiento gástrico, enlenteciéndolo en exceso, e interfiriendo en las siguientes etapas de la digestión.

Intestino delgado:

- **Celiaquía:** Enfermedad autoinmune que genera una degradación de las microvellosidades intestinales en respuesta al contacto con el gluten. Esto provoca problemas en la correcta digestión de membrana y la absorción de nutrientes por parte de los enterocitos.

Intestino grueso:

- **Síndrome de colon irritable:** Trastorno crónico que provoca una gran variedad de patologías digestivas como cólicos, hinchazón, diarrea o estreñimiento. Estas patologías se producen ante un exceso de excitación hormonal o nerviosa de etiología desconocida.
- **Pólipos de colon:** Pequeñas protuberancias formadas por aglomeraciones de células de la mucosa interna del colon que pueden evolucionar a cáncer colorrectal. Sin embargo, en la mayoría de casos estos pólipos son autolimitantes y benignos.
- **Enfermedad diverticular de colon:** Generación de pequeños sáculos abultados de la mucosa digestiva interna que a menudo pueden inflamarse, produciendo diverticulitis, que cursa con un intenso dolor abdominal, fiebre y náuseas, así como una alteración del correcto tránsito colorrectal.

3.3.4.2. Alteraciones digestivas

Además de las enfermedades digestivas vistas anteriormente, en el aparato digestivo también se producen ciertas alteraciones que modifican el correcto funcionamiento de este. Las más importantes son el vómito y la diarrea:

- **Vómito:** Es el vaciamiento brusco e involuntario del contenido gástrico a través de la boca. La causa de este fenómeno puede tener muy distintas naturalezas, habiendo casos en los que se produce por una sensación intensa de mareo, por intoxicación alimentaria, infección viral o sobrealimentación.
Normalmente, el tiempo transcurrido desde la ingesta del alimento hasta su expulsión nos puede indicar de forma aproximada la causa de este. Cuando se produce poco después de la ingesta, suele ser debido a gastritis, intoxicación alimentaria, una úlcera o bulimia.
- **Diarrea:** Es la producción de defecaciones de poca consistencia y aspecto aguado. No suele presentarse junto con dolor y suele ser un trastorno autolimitante que no dura más de unos pocos días. Se asocia a las infecciones virales y bacterianas del tubo digestivo y provoca la inflamación de la mucosa intestinal, que comienza a expulsar líquido al lumen del tubo.

3.3.4.3. Enfermedades relacionadas malos hábitos alimenticios y consumo de alcohol

Uno de los principales problemas de salud pública a los que se enfrenta la sociedad es la obesidad, que un principio afectaba principalmente a la población adulta. La obesidad es una enfermedad consistente en la presencia de grasa corporal por encima de ciertos márgenes considerados como saludables. Esto suele estar provocado por un desequilibrio entre la ingesta y el gasto calórico diario, que acaba provocando un almacenamiento de los remanentes energéticos en forma de grasa. Este aumento de grasa conlleva un aumento de peso que puede generar problemas locomotores y en las articulaciones, lo que podría limitar aún más la actividad física del paciente, agravando el problema. Sin embargo, el mayor problema asociado a la obesidad no es el propio aumento de peso, si no una serie de trastornos de alto riesgo asociados, conocidos como síndrome metabólico. Los trastornos que se suelen asociar al síndrome metabólico son:

- **Elevada obesidad:** Como consecuencia del mencionado desequilibrio entre ingesta y gasto calórico.
- **Diabetes tipo II:** Debido a la hipertrofia pancreática ante la imposibilidad de generar suficiente insulina como para suplir la resistencia a esta de los receptores GLUT presentes por todo el cuerpo.
- **Ateroesclerosis:** relacionada con los altos niveles de colesterol LDL y la elevada glucemia, que provocan la generación de placas de ateroma que puede producir episodios isquémicos.

A la obesidad, se podría añadir como uno de los principales factores insalubres el consumo de alcohol. Hoy en día el alcohol es uno de los principales problemas de salud pública a los que se enfrenta la sociedad, causando 2.8 millones de muertes prematuras mundiales al año (Ritchie y Roser, 2019). En España, el consumo de alcohol anual se sitúa en 10 litros por persona (mayor de 15 años) y año, estando por encima de los 6.4 litros que se consumen de media en el mundo (Ritchie y Roser, 2019). Esto es especialmente preocupante al conocer que un 20% de la población española reconoce haber tenido un episodio de gran ingesta de alcohol en los últimos 30 días (Ritchie & Roser, 2019), lo que puede provocar una gran de desajustes metabólicos y enfermedades como la cirrosis (SEELEY, 1960) o la hepatitis, que afectan directamente al hígado, principal órgano metabólico del cuerpo humano, comprometiendo la calidad de vida del paciente, a veces, de por vida.

3.4. Nuevas tendencias en investigación de la gastroenterología

Actualmente, la investigación que ahonde en el conocimiento del sistema gastrointestinal no ha cesado y continuamente se van realizando numerosos avances que repercuten de forma directa en el bienestar de la población y el mantenimiento de una salud óptima.

Uno de los campos que actualmente se está desarrollando con mayor intensidad es el que está relacionado con la microbiota intestinal. La microbiota intestinal, principalmente presente en el intestino grueso, estaba inicialmente relacionada con su función como descomponedor de parte de la fibra dietética que no ha sido digerida por los procesos de hidrólisis previos, generando , entre otros elementos, ácidos grasos de cadena corta que se absorben por vía intestinal (Koh y Rowling, 2017; Silvester et al., 1995). Sin embargo, últimamente se ha visto que esta población microbiana está relacionada con muchos más procesos de los que inicialmente se creía.

Las últimas investigaciones en el tema han descubierto que la microbiota residente juega un papel fundamental en el desarrollo de obesidad. Tanto es así que se han llegado a asignar perfiles microbiológicos específicos que podrían determinar el riesgo de padecer obesidad, encontrando en estos casos una mayor proporción de bacterias del filo Firmicutes en detrimento de las bacterias del filo Bacteroidetes (Fontané et al., 2018). Combinando esto con el potencial de los probióticos para modificar la composición de la microbiota intestinal, se podrían llegar a recetar estos suplementos como ayuda en la lucha contra la obesidad (María Magdalena Farías et al., 2011).

Además, esta microbiota también se ha visto relacionada con la salud mental. Se han relacionado con actitudes depresivas ciertos patrones de microbiota pobre y poco diversa, siendo verificado mediante el trasplante fecal de pacientes depresivos a ratas con ausencia de microbiota, lo que acababa generando en estas comportamientos propios de la depresión como anhedonia y actitudes relacionadas con la ansiedad (Kelly et al., 2016).

4. Enfoque didáctico

La unidad didáctica planteada tiene como alumnado objetivo a los alumnos de 3º de ESO, de 14 años, a estas edades es de vital importancia que se empiece a aprender sobre el funcionamiento complejo e integrado del cuerpo humano, para lo cual, el estudio de la función de nutrición y todos sus subsistemas constituyentes, genera una oportunidad

para ver la interrelación funcional de los diferentes sistemas del cuerpo humano con la finalidad de obtener los nutrientes necesarios para la realización de las funciones vitales.

Además, el conocimiento ampliado del funcionamiento del sistema digestivo les servirá para obtener una información crucial en un momento en el que, debido a la mayor autonomía que van consiguiendo, se empiezan a formar sus hábitos de consumo (Merino, 1993). De esta forma, los alumnos pueden reconocer que un componente del azúcar como la glucosa se absorbe de forma más rápida que la fructosa presente en la fruta, lo que puede acabar derivando en picos glucémicos de mayor intensidad que en última instancia pueden generar enfermedades como la diabetes. Por esto, el estudio de las diferentes enfermedades del aparato digestivo, sus causas y formas de prevención (en aquellas en las que sea posible), sirve como andamiaje para la generación de unos hábitos saludables que los adolescentes puedan mantener a lo largo de su vida.

Es de especial importancia el conocimiento temprano que se puede obtener sobre el alcohol y sus riesgos, debido la precoz iniciación en su consumo que se está viendo en la sociedad en los últimos años.

La importancia de todos estos elementos viene refrendada por la legislación educativa vigente, que vela por la obtención por parte del alumnado de las competencias científicas necesarias para que puedan adquirir una actitud crítica y basada en el pensamiento racional, tal como recoge la orden ministerial ECD/65/2015, que también hace hincapié en la importancia del desarrollo de una actitud que promueva los hábitos saludables tanto a nivel mental como físico y el conocimiento de la alimentación en su relación con esto.

A nivel curricular, nos encontramos que en la Orden del 15 de enero de 2021 publicada en el BOJA extraordinario nº 7 del 18 de enero de 2021, se desarrolla el currículo mínimo exigible en ESO para la comunidad autónoma de Andalucía. En dicha orden, nos encontramos el *“Bloque 4: las personas y la salud. Promoción de la salud”* correspondiente a la asignatura de biología y geología de 3º de Eso, en la que se hace alusión a la enseñanza de los contenidos relacionados con:

- La función de nutrición.
- Anatomía y fisiología de los aparatos digestivo, respiratorio, circulatorio y excretor. Alteraciones más frecuentes, enfermedades asociadas, prevención de las mismas y hábitos de vida saludables.

Estos contenidos serían abordados a través de la unidad didáctica propuesta, haciendo especial hincapié en el desarrollo en profundidad de la fisiología del aparato digestivo.

Además, el correcto abordaje en la enseñanza de estos contenidos generaría una transferencia efectiva del conocimiento científico en la sociedad, promoviendo una mejora en los hábitos, no sólo del alumnado, si no de su entorno, fomentando en casa actitudes saludables como una correcta alimentación o medidas de prevención frente a las principales enfermedades gastrointestinales.

4.1. Análisis psico-pedagógico del alumnado

Para poder realizar un correcto abordaje en la enseñanza de los contenidos propuestos al alumnado objetivo, hay que realizar un análisis previo de las capacidades cognitivas que nos encontramos en estos, así como la forma en que su cerebro recaba y procesa la información recibida y como convierte esa información en un aprendizaje sólido y significativo.

Según Jean Piaget, padre de la psicogenética y la teoría constructivista en el desarrollo de la inteligencia (Ochaíta, 1983), los niños pasan a través de varios estadios de desarrollo cognitivo de complejidad creciente, mediante las cuales estos son capaces de manejar cada vez conceptos más abstractos (Piaget, 1981). En el caso de los niños de 3º de la ESO, a los que va dirigida dicha unidad didáctica, se les asigna en la etapa de operaciones formales, en la cual estos son capaces de llevar a cabo un razonamiento lógico utilizando conceptos abstractos imaginarios y llevando a cabo operaciones espaciales de forma mental (Piaget, 1981). Por tanto, tienen un desarrollo cognitivo lo suficientemente complejo para no tener que llevar a cabo adaptaciones que simplifiquen en exceso los contenidos mediante analogías demasiado alejadas de la realidad.

Otro elemento que cobra especial importancia durante la adolescencia es la consolidación de las relaciones sociales y afectivas entre iguales, así como la construcción de la identidad personal. Es por ello que en esta etapa se debe tener en cuenta el importante refuerzo positivo que puede conllevar el aprendizaje en interacción con sus iguales. Sin embargo, este fuerte desarrollo emocional, también debe tenerse en cuenta al generar situaciones en las que el alumno sienta que tiene el control sobre los resultados académicos obtenidos, evitando la desmotivación que esto pueda acarrear (Rotter, 1966).

4.2. Análisis de la metodología docente

Teniendo en cuenta el perfil psico-pedagógico del alumnado objetivo y la forma correcta de llevar a cabo un acercamiento a la enseñanza de estos, pasaremos a observar las diferentes metodologías mediante las cuales se puede llevar a cabo esta.

En la actualidad nos encontramos con diferentes metodologías de enseñanza que pueden ser más efectivas en función de los contenidos que se pretendan impartir, el desarrollo cognitivo y comportamiento del alumnado. De esta forma, hay que entender que no hay una metodología que suponga un “*gold standard*” de la enseñanza, ya que la decisión de su elección siempre debe estar supeditada a las características arriba mencionadas.

Las principales metodologías de enseñanza que se usan en la actualidad son:

- Clase magistral/expositiva: Clase centrada en el profesor, en el que se expone la información de forma unidireccional, hacia los alumnos, aunque adaptándola a las capacidades e intereses del alumnado, para fomentar un correcto entendimiento por su parte. Es la metodología docente clásica, que en la actualidad se está denostando en favor de otras más innovadoras e interactivas, sin embargo, su uso en ciertos contenidos no sólo está justificado, sino que es recomendable.
- Aprendizaje cooperativo: Técnica centrada en el alumno, como grupo. Se basa en la consecución de un conocimiento por medio de actividades en las que participen los alumnos en grupo, con asignación de roles y reparto de trabajo, de forma que el resultado final sea más que una suma del que podrían haber conseguido por separado. Esta técnica docente está especialmente recomendada en la adolescencia, ya que en esta etapa se desarrollan enormemente las habilidades sociales, los vínculos interpersonales y la construcción de una identidad propia. Por ello, el trabajo cooperativo entre iguales fomenta en los alumnos la responsabilidad ante la asignación de una tarea o rol específico, la tolerancia ante la asignación de roles y el pensamiento divergente propio de un grupo heterogéneo (López y Acuña, 2011).
- Aprendizaje basado en proyectos (ABP): Técnica basada en la realización de proyectos que giren en torno a la temática objetivo del aprendizaje. Conlleva una labor de investigación previa realizada por parte del alumnado de forma autónoma, así como la exposición de los hallazgos y/o conclusiones obtenidas de ella. Gracias a esta técnica se fomenta la autonomía del alumno permitiéndole

que elija su identidad personal al abordar las diferentes decisiones que debe llevar a cabo en el desarrollo del proyecto (Pérez, 2012), así como desarrollar las habilidades comunicativas a la hora de llevar a cabo una exposición correctamente argumentada de estas. Ambas cosas son especialmente positivas en el alumnado adolescente, sin embargo, la magnitud de trabajo asignado para la realización de uno de estos proyectos requiere de un gran espacio de tiempo, por lo que, intentar aplicar dicha técnica durante la enseñanza de una unidad didáctica concreta podría sobrecargar al alumnado.

- Aprendizaje basado en el pensamiento (TBL): Son estrategias de pensamiento guiado, como las destrezas de pensamiento que, mediante un organizador gráfico que permite a los alumnos indagar en el conocimiento de una forma más ordenada y eficaz. De esta forma los alumnos aprenden a prestar más atención a la forma en la que se reflexiona sobre un tema, de forma adicional al propio conocimiento que se tiene sobre el propio tema.
- Aprendizaje basado en problemas (ABP): Estrategia educativa que parte del planteamiento inicial de un problema que un alumno o grupo de alumnos debe resolver de forma autónoma, en el que el profesor sólo participa facilitando el proceso para que los alumnos lo puedan desarrollar por ellos mismos, tanto en la búsqueda de información como en la interpretación y aplicación de esta para la resolución final (Bueno et al., 2004). Además de promover el desarrollo de habilidades sociales al llevarlo a cabo de forma cooperativa, este tipo de aprendizaje motiva a los alumnos gracias al empoderamiento que conlleva dirigir su propio aprendizaje.
- Gamificación: Estrategia educativa basada en la ludificación del aprendizaje mediante actividades interactivas basadas en mecánicas usadas habitualmente en juegos. De esta forma se pretende conseguir que el alumno aprenda mientras se divierte, con el enorme impulso a la motivación que ello conlleva. De esta forma se aumenta no sólo la significancia del aprendizaje, sino su predisposición a repetir experiencias similares.
- Aula invertida (flipped-classroom): Estrategia que propone el estudio autónomo de los contenidos por parte del alumno, en casa, mientras que en clase se trabaja dicho contenido con experiencias más interactivas y complejas que eviten la transmisión unidireccional de la clase magistral tradicional. Esta técnica fomenta la responsabilidad por parte del alumnado, que tiene que llevar a cabo el estudio del contenido de forma autónoma e integra otras técnicas vistas con

anterioridad, que se pueden llevar a cabo en el aula aprovechando el tiempo que se hubiera gastado en la exposición de los contenidos que los alumnos ya han visto en casa.

Teniendo en cuenta el perfil psicopedagógico del alumnado de 14 años de 3º de ESO, para el cual va dirigida la unidad didáctica, las principales técnicas que se utilizarán en el desarrollo de enseñanza de dichos contenidos serán las clases magistrales, aprendizaje cooperativo, aprendizaje basado en el pensamiento, aprendizaje basado en problemas, gamificación y flipped-classroom, ya que se considera que la aplicación coordinada e integrada de estas distintas metodologías es la forma en la que se obtendrá una mayor adquisición de las competencias por parte del alumnado en cuestión. Su aplicación concreta se detallará en adelante, durante el desarrollo de la unidad didáctica.

5. Proyección didáctica (Unidad didáctica)

5.1. Introducción

La presente unidad didáctica está orientada a la enseñanza de los contenidos de nutrición y sistema digestivo del bloque 4 “Las personas y la salud. Promoción de la salud”, de la asignatura biología y geología al nivel de 3º de Educación Secundaria Obligatoria. Enmarcada en el 1º ciclo de la etapa de educación secundaria.

Tanto la materia, como el propio curso que la engloba tienen un carácter obligatorio en el sistema educativo español, lo que remarca la importancia capital de la obtención de unos conocimientos científico-técnicos básicos que ayuden al alumnado a desarrollarse de forma óptima a nivel personal, social y profesional.

En la estrategia de enseñanza empleada en la presente unidad didáctica se ha puesto en valor el desarrollo de una educación basada en la aplicación de contenidos mediante diversas actividades interactivas, la promoción de la iniciativa personal mediante el desarrollo de una investigación de forma autónoma y el fomento del uso de habilidades sociales gracias al carácter cooperativo de muchas de las experiencias planteadas.

Además, durante la aplicación de esta, en todo momento se brindará una actitud de inclusión y tolerancia, empleando estrategias educativas específicas para todo tipo de alumnos, aplicando programas de refuerzo o ampliación en función de su competencia curricular, asegurando de esta forma la consecución de los estándares de aprendizaje requeridos para la superación de la asignatura.

5.2. Legislación

Todos los elementos constituyentes de la unidad didáctica están refrendados por la normativa vigente y se encuentra fundamentados en base a esta. Concretamente, a nivel estatal, siguen la normativa enmarcada dentro de los preceptos y valores de la constitución del 78. Consolidándose en la siguiente legislación:

- Ley orgánica 2/2006 publicada el 3 de mayo de 2006. Ley orgánica de educación (LOE).
- Ley orgánica 8/2013 del 9 de diciembre de 2013. Ley orgánica de mejora de la calidad educativa (LOMCE).
- Real decreto 1105/2014, del 26 de diciembre de 2014. Por el que se fija el currículo mínimo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato.
- Orden ECD/65/2015, publicada el 21 de enero de 2015. Por la que se fija la relación de contenidos, competencias y criterios de evaluación de la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato.

Además, se sigue también la legislación propia en materia de educación de la comunidad autónoma:

- Decreto 182/2020 del 10 de noviembre de 2020. Que modifica parte del decreto 111/2016 del 14 de junio de 2016, estableciendo el currículo mínimo de Educación Secundaria Obligatoria a nivel autonómico.
- Orden del 15 de enero de 2021. Por el que fija el currículo mínimo de la Educación Secundaria Obligatoria a nivel autonómico y se regulan la atención a la diversidad del alumnado, la evaluación del aprendizaje del alumnado y el tránsito entre diferentes etapas educativas.

5.3. Contextualización

El centro en el que se implantará la guía docente que nos ocupa se encuentra en la comunidad autónoma de Andalucía, concretamente en el municipio de “Siete esquinas” perteneciente a la provincia de Jaén. El municipio cuenta con un total de 6500 habitantes con una edad media de 45 años. El I.E.S. San Jacinto es el único Instituto de Educación Secundaria de dicho municipio, aportando sus servicios a un total de 450 alumnos con edades comprendidas entre los 12 y los 21 años. El centro, además de tener

docencia en todos los niveles de la ESO, con 2 líneas en cada uno de los cursos, cuenta con bachiller con líneas dedicadas a las especialidades tanto de ciencias como de humanidades y ciencias sociales. Es un centro TIC que cuenta con 2 salas de informática, con 20 equipos en cada una de ellas, así como pizarras digitales en cada una de sus 16 aulas. Además, cuenta con un laboratorio de física y química y otro de biología y geología, con muestras geológicas preparadas para realizar el visu de estas, así como diferentes animales de pequeñas dimensiones conservados en formol. El equipo docente cuenta con un total de 22 miembros, teniendo el departamento de biología y geología 4 miembros, entre los que se reparten la docencia de las diferentes asignaturas afines a dicho departamento.

La presente guía docente se implantará en la clase A de 3º de la ESO, que cuenta con un total de 24 alumnos, siendo 14 chicas y 10 chicos. Encontramos 2 alumnos repetidores en los que se aplicará el programa de recuperación expuesto en los siguientes apartados, así como una chica con altas capacidades en la que se aplicará un programa de ampliación de contenidos que fomente el interés por el tema. En el aula, las mesas se encuentran dispuestas en 4 filas compuestas cada una de ellas por 6 mesas.

Los alumnos de la clase cuentan con una actitud motivadora y participativa, que permite desarrollar multitud de actividades en las que se apliquen gran parte de la metodología docente expuesta anteriormente.

5.4. Objetivos

Los objetivos de aprendizaje son el grado mínimo de capacitación esperada por parte del alumnado como consecuencia del proceso de enseñanza-aprendizaje. Actualmente encontramos 3 niveles de objetivos que deben cumplirse de forma no excluyente:

- Los objetivos generales de etapa, que son los objetivos que el alumnado ha debido conseguir al finalizar la etapa educativa, que en este caso se corresponde con la educación secundaria obligatoria.
- Los objetivos de materia, que son los objetivos relacionados con el contenido propio de la materia en cuestión, en este caso, los contenidos de la asignatura biología y geología de 3º de ESO.

- Los objetivos de unidad u objetivos específicos, que son aquellos objetivos que el alumno ha debido conseguir al finalizar la aplicación de la estrategia de enseñanza programada en la unidad didáctica.

5.4.1. Objetivos generales de etapa estatales y autonómicos

Los objetivos generales de etapa se encuentran formulados en primera instancia a nivel estatal, a través del real decreto 1105/2014, por el que se concreta el currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachiller. Los objetivos que encontramos son los siguientes:

- a) Asumir responsablemente sus deberes, conocer y ejercer sus derechos en el respeto a los demás, practicar la tolerancia, la cooperación y la solidaridad entre las personas y grupos, ejercitarse en el diálogo afianzando los derechos humanos y la igualdad de trato y de oportunidades entre mujeres y hombres, como valores comunes de una sociedad plural y prepararse para el ejercicio de la ciudadanía democrática.
- b) Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo como condición para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.
- c) Valorar y respetar la diferencia de sexos y la igualdad de derechos y oportunidades entre ellos. Rechazar la discriminación de las personas por razón de sexo o por cualquier otra condición o circunstancia personal o social. Rechazar los estereotipos que supongan discriminación entre hombres y mujeres, así como cualquier manifestación de violencia contra la mujer.
- d) Fortalecer sus capacidades afectivas en todos los ámbitos de la personalidad y en sus relaciones con los demás, así como rechazar la violencia, los prejuicios de cualquier tipo, los comportamientos sexistas y resolver pacíficamente los conflictos.
- e) Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación

básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación.

- f) Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.
- g) Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.
- h) Comprender y expresar con corrección, oralmente y por escrito, en la lengua castellana y, si la hubiere, en la lengua cooficial de la Comunidad Autónoma, textos y mensajes complejos, e iniciarse en el conocimiento, la lectura y el estudio de la literatura.
- i) Comprender y expresarse en una o más lenguas extranjeras de manera apropiada.
- j) Conocer, valorar y respetar los aspectos básicos de la cultura y la historia propias y de los demás, así como el patrimonio artístico y cultural.
- k) Conocer y aceptar el funcionamiento del propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias, afianzar los hábitos de cuidado y salud corporales e incorporar la educación física y la práctica del deporte para favorecer el desarrollo personal y social. Conocer y valorar la dimensión humana de la sexualidad en toda su diversidad. Valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud, el consumo, el cuidado de los seres vivos y el medio ambiente, contribuyendo a su conservación y mejora.
- l) Apreciar la creación artística y comprender el lenguaje de las distintas manifestaciones artísticas, utilizando diversos medios de expresión y representación.

A nivel autonómico se lleva a cabo una concreción de los objetivos generales de etapa estatales, haciendo a su vez hincapié en ciertos conocimientos relacionados con la comunidad autónoma de Andalucía. Estos aparecen reflejados en el decreto 111/2016, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía. Los objetivos generales de etapa a nivel autonómico son los siguientes:

- a) Conocer y apreciar las peculiaridades de la modalidad lingüística andaluza en todas sus variedades.
- b) Conocer y respetar la realidad cultural de Andalucía, partiendo del conocimiento y de la comprensión de Andalucía como comunidad de encuentro de culturas.

5.4.2. Objetivos de materia

Los objetivos de materia se fijan a nivel autonómico y se encuentran publicados en la orden del 15 de enero de 2021 de la consjería de educación y deporte de la junta de Andalucía. Son los siguientes:

1. Comprender y utilizar las estrategias y los conceptos básicos de la Biología y Geología para interpretar los fenómenos naturales, así como para analizar y valorar las repercusiones de desarrollos científicos y sus aplicaciones.
2. Aplicar, en la resolución de problemas, estrategias coherentes con los procedimientos de las ciencias, tales como la discusión del interés de los problemas planteados, la formulación de hipótesis, la elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales, el análisis de resultados, la consideración de aplicaciones y repercusiones del estudio realizado y la búsqueda de coherencia global.
3. Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, interpretar diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas elementales, así como comunicar a otras personas argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia.
4. Obtener información sobre temas científicos, utilizando distintas fuentes, incluidas las tecnologías de la información y la comunicación, y emplearla, valorando su contenido, para fundamentar y orientar trabajos sobre temas científicos.
5. Adoptar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones científicas.

6. Desarrollar actitudes y hábitos favorables a la promoción de la salud personal y comunitaria, facilitando estrategias que permitan hacer frente a los riesgos de la sociedad actual en aspectos relacionados con la alimentación, el consumo, las drogodependencias y la sexualidad.
7. Comprender la importancia de utilizar los conocimientos de la Biología y Geología para satisfacer las necesidades humanas y participar en la necesaria toma de decisiones en torno a problemas locales y globales a los que nos enfrentamos.
8. Conocer y valorar las interacciones de la ciencia con la sociedad y el medio ambiente, con atención particular a los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad y la necesidad de búsqueda y aplicación de soluciones, sujetas al principio de precaución, para avanzar hacia un futuro sostenible.
9. Reconocer el carácter tentativo y creativo de las ciencias de la naturaleza, así como sus aportaciones al pensamiento humano a lo largo de la historia, apreciando los grandes debates superadores de dogmatismos y las revoluciones científicas que han marcado la evolución cultural de la humanidad y sus condiciones de vida.
10. Conocer y apreciar los elementos específicos del patrimonio natural de Andalucía para que sea valorado y respetado como patrimonio propio y a escala española y universal.
11. Conocer los principales centros de investigación de Andalucía y sus áreas de desarrollo que permitan valorar la importancia de la investigación para la humanidad desde un punto de vista respetuoso y sostenible.

5.4.3. Objetivos de unidad (u objetivos específicos)

Los objetivos específicos se encuentran ajustados a los contenidos propios de la unidad didáctica en cuestión y se fijan directamente por el profesorado, relacionándolos con los objetivos generales de etapa y los objetivos de materia. Los objetivos específicos de la presente unidad didáctica son los siguientes:

- I. Conocer las fases del proceso de nutrición y sus aparatos asociados.
- II. Establecer relaciones funcionales entre las diferentes fases del proceso de nutrición.
- III. Conocer la anatomía del aparato digestivo y sus procesos de motilidad.
- IV. Entender los procesos digestivos por los que se obtienen los nutrientes.
- V. Reconocer las principales enfermedades relacionadas con el aparato digestivo.
- VI. Investigar sobre enfermedades digestivas y conocer su asociación con malos hábitos de vida y alimentación.
- VII. Conocer la importancia de la microbiota en el correcto mantenimiento de la salud física y mental.

La relación de los diferentes objetivos específicos (OE) con los objetivos generales de etapa estatales (OGEE) y autonómicos (OGEA) y los objetivos de materia (OM) aparece ilustrada en la Tabla 1:

OE	OGEE	OM
I	b, h, k	1, 3
II	b, h, k	1, 3
III	b, h, k	1, 3
IV	b, f, h, k	1, 3
V	b, h, k	3, 6, 8
VI	b, e, g, h, k	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
VII	b, h, k	1, 3, 5

Tabla 1: Relación entre objetivos específicos, objetivos generales de etapa y objetivos de materia

5.5. Contenidos

5.5.1. Contenidos de la materia

Los contenidos que componen esta unidad didáctica vienen fijados por la legislación vigente, esto se hace a nivel estatal a través del real decreto 1105/2014, que se concreta en la comunidad autónoma de Andalucía en la orden del 15 de enero de 2021.

Los contenidos que trata la unidad didáctica se enmarcan en la asignatura biología y geología de 3º de ESO, en el bloque 4, llamado “las personas y la salud. Promoción de la salud”, en el que se ven las funciones vitales de todo organismo vivo, los principales órganos y sistemas asociados, la naturaleza de la salud y la enfermedad, así como temas relacionados con el mantenimiento de unos hábitos de vida saludables, iniciando su conocimiento en sustancias adictivas y dietética.

Los contenidos de dicho bloque que se tratan en la unidad didáctica de forma directa son los siguientes:

- La función de nutrición. Anatomía y fisiología de los aparatos digestivo, respiratorio, circulatorio y excretor. Alteraciones más frecuentes, enfermedades asociadas, prevención de las mismas y hábitos de vida saludables.

Estos contenidos se adaptarán a la unidad didáctica a través de los siguientes apartados:

- La función de nutrición y sus fases.
- Anatomía del aparato digestivo.
- Motilidad del aparato digestivo.
- Digestión y absorción en el aparato digestivo.
- Alteraciones y enfermedades del aparato digestivo.
- Malos hábitos alimenticios y consumo de alcohol.

Además, se ha añadido un nuevo contenido titulado “Importancia de la microbiota intestinal” en el que se pone de manifiesto las funciones esenciales que lleva a cabo dicha microbiota en el organismo, permitiendo que el alumnado supere la falsa asociación de las bacterias con la enfermedad.

5.5.2. Contenidos transversales

En el Real decreto 1105/2014 se establecen una serie de elementos transversales que deben desarrollarse de forma integrada en la totalidad de las materias de forma integrada a lo largo de la etapa de educación secundaria obligatoria.

En la aplicación de la presente unidad didáctica se trabajarán especialmente los siguientes elementos:

- Expresión oral y escrita: Gracias al desarrollo de un comentario crítico tras el visionado de un programa relacionado con el consumo de drogas durante la adolescencia y mediante la exposición oral obligatoria que deberán realizar tras la resolución de un ABP.
- Comunicación audiovisual y tecnologías de la información y la comunicación: Mediante la creación de una presentación en *powerpoint* u otra plataforma equivalente, que deberá apoyar la exposición mencionada en el punto anterior.
- Emprendimiento: Trabajada durante la resolución de la ABP mencionada en el primer punto, ya que, para resolver dicha tarea, el alumno deberá trabajar de forma autónoma, guiando su propia adquisición de conocimiento y aplicación de este en el desarrollo de la actividad.

5.5.3. Elementos interdisciplinarios

Durante la aplicación de la presente unidad didáctica se llevará a cabo 2 estrategias colaborativas entre departamentos para permitir al alumnado ver un contenido concreto desde diferentes puntos de vista, desarrollando en ellos una visión de conjunto, evitando la compartimentación de conocimiento entre las diferentes materias.

Por una parte, de forma previa a la aplicación de esta unidad didáctica, el departamento de informática enseñará a los alumnos a utilizar tanto *powerpoint* como otras diferentes plataformas de diseño de presentaciones que sirvan de alternativa a este, como *Google slides*, *Prezi*, *Genially* u *OpenOffice Impress*, promoviendo el uso de plataformas de código abierto entre el alumnado. Este conocimiento se reforzará durante la elaboración obligatoria de una presentación que apoye la exposición final de la ABP.

Además, de forma simultánea a la aplicación de la unidad didáctica, en la asignatura de química se impartirán los contenidos relacionados con el pH, lo que permitirá al alumnado entender mejor cómo este afecta a los procesos digestivos y su relación con la estabilización de las enzimas gástricas e intestinales.

5.5.4. Integración con planes y proyectos

Esta unidad didáctica se enmarca dentro del programa para la innovación educativa de la junta de Andalucía “Hábitos de vida saludable”, desarrollando a través de las siguientes líneas de intervención

- Estilos de vida saludable: Concretamente, se desarrollarán el bloque temático “Alimentación equilibrada”. Fomentando una correcta alimentación gracias a un conocimiento más profundo de los procesos que subyacen a la digestión de los diferentes alimentos, entendiendo que tipos de alimentos es más recomendable consumir para obtener cada uno de los nutrientes.
- Prevención de drogodependencias: Desarrollando los bloques temáticos “Hábitos que contribuyen a una vida sana” y “Consumo de alcohol, cannabis y otras drogas”. Consiguiendo que los alumnos adquieran unos mejores hábitos alimenticios, que, en caso de mantener a lo largo de su vida evitará el desarrollo de la obesidad, cada vez más presente entre la población. Además, se pretenderá generar una animadversión al consumo de alcohol mediante una clase expositiva en la que se les explicará la actual problemática relacionada con el consumo temprano de alcohol entre adolescentes y sus peligros.

5.6. Competencias clave

La aplicación de la presente unidad didáctica pretende conseguir la adquisición por parte del alumnado de secundaria de una serie de competencias clave que le capaciten para el correcto desarrollo de estos a nivel personal, social y profesional.

En la orden ministerial ECD/65/2015 del 21 de enero de 2015 se detallan las competencias claves que debe adquirir el conjunto del alumnado en su transcurso a través del sistema educativo español. Son las siguientes:

- a) Comunicación lingüística.
- b) Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.
- c) Competencia digital.
- d) Aprender a aprender.
- e) Competencias sociales y cívicas.
- f) Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.
- g) Conciencia y expresiones culturales.

Estas competencias deben trabajarse a lo largo de toda la etapa educativa de forma integrada en las diferentes asignaturas. En la aplicación de la estrategia didáctica planteada para esta unidad didáctica se trabajarán especialmente las siguientes competencias clave:

- a) Comunicación lingüística: Desarrollada especialmente a través de las exposiciones orales que el alumnado tendrá que llevar a cabo en las actividades presentes en la unidad didáctica, así como su correcta expresión escrita en la realización del examen final.
- b) Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología: Adquirida gracias al aprendizaje de los contenidos científicos presentes en la unidad didáctica, lo que les permitirá comprender mejor el funcionamiento integrado del cuerpo humano.
- c) Competencia digital: Desarrollada gracias a la búsqueda activa de información en la web que tendrán que realizar en una de las actividades planteadas, así como en la exposición oral, ya que deberá verse apoyada por una presentación en su plataforma de elección.
- d) Aprender a aprender: Las actividades que el alumnado tendrá que realizar de forma autónoma, como el estudio de los procesos digestivos y la absorción gracias a la *"flipped-classroom"* permitirán al alumnado a entrenar de forma más eficiente los procesos de estudio. Además, la destreza de pensamiento "compara y contrasta" llevada a cabo en una de las sesiones ayudará al alumnado a aprender a organizar mejor el pensamiento sobre un tema concreto gracias al uso de un organizador gráfico.
- e) Competencias sociales y cívicas: durante el desarrollo de la unidad didáctica se llevarán a cabo varias actividades en formato cooperativo, lo que permitirá a los alumnos poner en práctica sus habilidades sociales y entrenar su capacidad de resolución de conflictos.
- f) Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor: gracias a la resolución de la actividad ABP planteada, se instará a los alumnos a que desarrollen un trabajo totalmente autónomo y guiado por ellos mismo, consiguiendo una motivación fruto de su propia iniciativa. Además, gracias a la *"flipped-classroom"*, los alumnos desarrollarán de forma autónoma el estudio de las lecciones

planteadas, para luego utilizar ese conocimiento en las actividades planteadas durante una de las sesiones.

La asociación de las diferentes sesiones con cada una de las competencias clave aparece ilustrada en la Tabla 2:

Sesión	Contenidos	Competencias clave
1ª (10 febrero)	Función de nutrición y sus fases.	a, b
2ª (12 febrero)	Función de nutrición y sus fases. Alteraciones y enfermedades del aparato digestivo.	a, b, c, e, f
3ª (17 febrero)	Anatomía del aparato digestivo.	a, b
4ª (19 febrero)	Anatomía del aparato digestivo. Motilidad del aparato digestivo.	a, b
5ª (24 febrero)	Digestión y absorción en el aparato digestivo	a, b, d, e, f
6ª (26 febrero)	Alteraciones y patologías del aparato digestivo.	a, b, c, f
7ª (3 de marzo)	Malos hábitos alimenticios y consumo de alcohol. Importancia de la microbiota.	a, b,

Tabla 2: Asociación entre sesiones y sus contenidos con las competencias clave trabajadas

5.7. Evaluación

Para llevar a cabo un correcto proceso de enseñanza-aprendizaje es necesario confirmar que el alumnado ha sido capaz de entender los contenidos y aprender a aplicarlos, para ellos se debe llevar a cabo un proceso de evaluación que debe basarse en la adquisición de ciertos estándares de aprendizaje propios de los contenidos que se están impartiendo, evaluados a través de ciertos criterios de evaluación.

En el sistema educativo español, los estándares de aprendizaje a conseguir y los criterios de evaluación asociados aparecen descritos a nivel estatal en el real decreto 1105/2014, que luego se ve concretado a nivel autonómico en la orden del 15 de enero de 2021.

Los estándares de aprendizaje y criterios de evaluación asociados a los contenidos curriculares presentes en la unidad didáctica se encuentran detallados en el bloque 4 de la asignatura biología y geología de 3º de eso y se detallan a continuación.

5.7.1. Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación, presentes en la orden del 15 de enero de 2021 de la consejería de educación y deporte de la junta de Andalucía, que se trabajan en la unidad didáctica son los siguientes:

- 6. Identificar hábitos saludables como método de prevención de las enfermedades.
- 10. Reconocer las consecuencias en el individuo y en la sociedad al seguir conductas de riesgo.
- 13. Argumentar la importancia de una buena alimentación y del ejercicio físico en la salud.
- 14. Explicar los procesos fundamentales de la nutrición, utilizando esquemas gráficos de los distintos aparatos que intervienen en ella.
- 15. Asociar qué fase del proceso de nutrición realiza cada uno de los aparatos implicados en el mismo.
- 16. Indagar acerca de las enfermedades más habituales en los aparatos relacionados con la nutrición, de cuáles son sus causas y de la manera de prevenirlas.
- 17. Identificar los componentes de los aparatos digestivo, circulatorio, respiratorio y excretor y conocer su funcionamiento.

Además, con el contenido adicional “importancia de la microbiota” se añade el siguiente criterio de evaluación:

- I. Conoce y valora la importancia de la microbiota intestinal tiene en el mantenimiento de un buen estado de salud.

5.7.2. Estándares de aprendizaje

Los estándares de aprendizaje, presentes en la orden del 15 de enero de 2021 de la consejería de educación y deporte de la junta de Andalucía, que se pretenden conseguir con la aplicación de esta unidad didáctica son los siguientes:

- 6.1. Conoce y describe hábitos de vida saludable identificándolos como medio de promoción de su salud y la de los demás.
- 9.1. Detecta las situaciones de riesgo para la salud relacionadas con el consumo de sustancias tóxicas y estimulantes como tabaco, alcohol, drogas, etc., contrasta sus efectos nocivos y propone medidas de prevención y control.
- 10.1. Identifica las consecuencias de seguir conductas de riesgo con las drogas, para el individuo y la sociedad.
- 13.1. Valora una dieta equilibrada para una vida saludable.
- 14.1. Determina e identifica, a partir de gráficos y esquemas, los distintos órganos, aparatos y sistemas implicados en la función de nutrición relacionándolo con su contribución en el proceso.
- 15.1. Reconoce la función de cada uno de los aparatos y sistemas en las funciones de nutrición.
- 16.1. Diferencia las enfermedades más frecuentes de los órganos, aparatos y sistemas implicados en la nutrición, asociándolas con sus causas.
- 17.1. Conoce y explica los componentes de los aparatos digestivo, circulatorio, respiratorio y excretor y su funcionamiento.

Además, con el contenido adicional “importancia de la microbiota” se añade el siguiente estándar de aprendizaje:

I.I. Identifica los factores que hacen que la microbiota intestinal promueva el mantenimiento de una buena salud.

5.7.3. Criterios de calificación

Para llevar a cabo una correcta evaluación del aprendizaje del alumnado, se pondera el peso de los diferentes estándares de aprendizaje, junto con sus criterios de evaluación asociados. En este caso, la ponderación de los criterios reparte la nota final obtenida de la siguiente forma:

- 6. Identificar hábitos saludables como método de prevención de las enfermedades. **Ponderada al 5%.**
- 10. Reconocer las consecuencias en el individuo y en la sociedad al seguir conductas de riesgo. **Ponderada al 10%.**
- 13. Argumentar la importancia de una buena alimentación y del ejercicio físico en la salud. **Ponderada al 10 %.**
- 14. Explicar los procesos fundamentales de la nutrición, utilizando esquemas gráficos de los distintos aparatos que intervienen en ella. **Ponderada al 10%.**
- 15. Asociar qué fase del proceso de nutrición realiza cada uno de los aparatos implicados en el mismo. **Ponderada al 10%.**
- 16. Indagar acerca de las enfermedades más habituales en los aparatos relacionados con la nutrición, de cuáles son sus causas y de la manera de prevenirlas. **Ponderada al 10%.**
- 17. Identificar los componentes de los aparatos digestivo, circulatorio, respiratorio y excretor y conocer su funcionamiento. **Ponderada al 40%.**
Evaluable en 4 partes:
- I. Conoce los factores por los que microbiota intestinal influye en el mantenimiento de un buen estado de salud. **Ponderada al 5%.**

El grado de consecución de los criterios se evaluará mediante la rúbrica presente en el Anexo I.

El momento en el que se evaluará cada uno de los criterios aparece descrito en la temporalización de las sesiones, presente más adelante.

5.7.4. Instrumentos de evaluación

Para llevar a cabo la evaluación de los diferentes criterios, se aplicarán los siguientes instrumentos:

- Cuestionarios
- Observación directa
- Exámenes

En todos los casos se asignará una calificación numérica que se aplicará proporcionalmente a la ponderación asignada a cada criterio de evaluación.

5.7.5. Relación de los contenidos con criterios de evaluación y estándares de aprendizaje

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
La función de nutrición y sus fases.	14, 15	14.1, 15.1
Anatomía del aparato digestivo.	17	17.1
Motilidad del aparato digestivo.	17	17.1
Digestión y absorción en el aparato digestivo	13, 17	13.1, 17.1
Alteraciones y patologías del aparato digestivo.	6, 16	6.1, 16.1

Malos hábitos alimenticios y consumo de alcohol.	10	10.1
Importancia de la microbiota	I	I.I

Tabla 3: Relación de los contenidos con criterios de evaluación y estándares de aprendizaje

5.8. Metodología

En el desarrollo de la unidad didáctica se aplicarán las siguientes metodologías:

- Clases magistrales: Si bien, una parte importante de las clases se llevarán a cabo de forma expositiva, se pretenderá que estas no sean de carácter unidireccional, preguntando de forma reiterada sobre los contenidos vistos, aportando curiosidades y anécdotas que hagan que el alumnado recupere la atención y apoyando la explicación en recursos visuales tanto físicos (maquetas) como digitales (mediante la proyección de fotografías o vídeos ilustrativos).
- Aprendizaje cooperativo: Se empleará principalmente en el desarrollo de algunas actividades llevadas a cabo en el aula, como la actividad de interrelación funcional de las fases de la nutrición o la actividad de la “receta perfecta” trabajando los contenidos de digestión y absorción. Con la aplicación de esta técnica de aprendizaje se permitirá que los alumnos no sólo desarrollen la adquisición de contenidos, si no también las habilidades sociales, el compañerismo y la responsabilidad ante la asignación de un rol específico.
- Aprendizaje basado en el pensamiento: Trabajado con la destreza de pensamiento “compara y contrasta”, en la que se guiará al alumnado en la reflexión sobre el contenido planteado mediante un organizador gráfico. De esta forma, el alumno aprenderá a estructurar la información en su cabeza de forma más eficaz.
- Aprendizaje basado en problemas: Desarrollado a través de la investigación de los alumnos de una patología concreta, de la que sólo se les facilita la sintomatología asociada, de forma similar a como podrían hacer si ellos mismos sufriesen dicha sintomatología y decidiesen investigar sobre la enfermedad que sufren, sus causas, tratamiento y vías de prevención.

- **Gamificación:** Trabajado en las actividades relacionadas con la anatomía del tracto digestivo y los procesos de digestión y absorción. Permiten ludificar el aprendizaje introduciendo mecánicas propias de los juegos, de esta manera se consigue que el alumno trate con los contenidos de forma más amigable, manteniendo un alto grado de motivación durante el desarrollo de la actividad.
- *Flipped-classroom:* Se pone en marcha en la quinta sesión, donde se deja que los alumnos desarrollen el estudio del contenido de forma totalmente autónoma, en casa, para luego trabajar con esos contenidos en actividades llevadas a cabo en clase. De esta forma, los alumnos ven las aplicaciones reales que tienen los contenidos, en lugar de percibirlos como algo que simplemente deben memorizar para conseguir un “aprobado” en el examen.

5.9. Sesiones

5.9.1. Temporalización de las sesiones

La unidad didáctica se aplicará a través de 8 sesiones de 55 minutos, debido a que se suele gastar una media de 5 minutos en llegar a la clase y empezarla. A lo largo de estas sesiones se ejecutarán cada una de las metodologías mencionadas anteriormente, siempre teniendo en cuenta la conveniencia de cada una de ellas para el contenido en cuestión. Puesto que en 3º de ESO, la asignatura de Biología y Geología cuenta con tan sólo 2 horas semanales, la aplicación de la unidad se extenderá a lo largo de 3 semanas.

5.9.2. Desarrollo de las sesiones

1ª Sesión.

En la primera sesión llevada a cabo se empezará realizando un cuestionario (Anexo II), en el que se pongan en relieve las ideas previas que el alumnado tiene en relación con la temática que trata el contenido que se impartirá a continuación. El cuestionario se realizará durante los 10 primeros minutos de clase y se enfrentará a los alumnos a ciertas ideas comunes preconcebidas sobre la nutrición y el aparato digestivo, como que todos los azúcares se absorben de igual manera o que las bacterias presentes en el tracto digestivo son siempre perjudiciales. De esta forma se hará que el alumnado tome una actitud más crítica con las ideas preconcebidas y tenga una mejor predisposición al aprendizaje de dicha materia.

En los siguientes 5 minutos se empezará a impartir el temario, comenzando por la función de nutrición, dónde se verá el significado biológico que esta cumple en el organismo y su importancia para el mantenimiento de las funciones vitales.

Posteriormente se verán las diferentes fases de la función de nutrición, empezando por la fase de digestión, dónde se enseñará como los alimentos son degradados a sus nutrientes constituyentes para posteriormente ser absorbidos a lo largo del tubo gastrointestinal. Seguidamente se mencionarán algunas características clasificatorias de los nutrientes, como su función o naturaleza. En total, la explicación de la fase de digestión y los nutrientes llevará un tiempo de 20 minutos.

Para finalizar la clase se enseñará la fase de respiración, por la cual se realiza el intercambio gaseoso a través de los pulmones, tomando el O₂ del exterior y expulsando el CO₂ y la fase de circulación, por la cual ese O₂ y los nutrientes procedentes de la digestión son llevados a los tejidos del cuerpo que los necesiten, o bien se almacenan para un uso posterior. Cada una de las explicaciones de estas fases tomará 10 minutos.

Primera sesión					
Contenidos	Metodología	Objetivos Específicos	Competencias clave	Criterios de ev.	Duración (minutos)
Cuestionario de ideas iniciales sobre función de nutrición y aparato digestivo	Cuestionario	-	-	-	10
Función de nutrición	Clase magistral	I	a, b	15	5
Fase de digestión y nutrientes	Clase magistral	I	a, b	15	20

Fase de respiración	Clase magistral	I	a, b	15	10
Fase de circulación	Clase magistral	I	a, b	15	10

Tabla 4: Asociación de elementos trabajados en la primera sesión

2ª Sesión.

Al comienzo de la segunda sesión se reanudarán las fases de la nutrición, para acabar con la fase de excreción por la cual se produce la expulsión a través de la orina y el sudor de las sustancias tóxicas que se encuentran en el organismo. Esta explicación se llevará a cabo a lo largo de 10 minutos.

Posteriormente se llevará a cabo una actividad en la que los alumnos aprenderán de forma lúdica cómo se interrelacionan las diferentes fases de la nutrición para que el cuerpo lleve a cabo sus funciones vitales. Para ello se crearán los 4 grupos de 6 alumnos

Cada uno de los grupos representará una de las 4 diferentes fases de la nutrición,

El profesor irá formulando peticiones sobre necesidades básicas que los diferentes tejidos del cuerpo humano pueden tener, como la eliminación de urea, requerimientos de oxígeno, etc. Estas peticiones estarán presentes en unas tarjetas prediseñadas (Anexo III). Después de cada petición se dará 1 minuto para que los integrantes de los grupos “fases de la nutrición” razonen sobre cómo podrían ayudar su fase en la consecución de dicho objetivo. Tras el tiempo de razonamiento, los grupos que hayan visto necesaria su intervención en la petición levantarán la mano y el profesor los irá llamando en el orden en el que deben ir participando para conseguir el objetivo final. Entonces, los grupos “fases” elegidos explicarán en la pizarra, ayudándose de un esquema básico, qué puede aportar su fase para suplir la petición inicial, hasta que todos los procesos de todas las fases sean detallados. La actividad finalizará cuando todas las peticiones hayan sido cubiertas y llevará un total de 35 minutos. En esta actividad se evaluará el criterio de evaluación 14.

Al finalizar la actividad, se les explicará a los alumnos la actividad relacionada con patologías digestivas que tendrán que realizar a lo largo de las siguientes 2 semanas. Se dividirá a los alumnos en 4 grupos de trabajo de 6 alumnos cada uno y se les proporcionará unas fichas (Anexo IV), en la que se expondrá una sintomatología concreta relacionada con una de las enfermedades gastrointestinales más comunes. Su

objetivo será investigar en la web para dilucidar la patología que subyace a dicha sintomatología, proponer formas de prevención de esta y un posible tratamiento. En la sexta sesión cada grupo llevará a cabo una exposición, apoyada por una presentación diseñada en su plataforma de elección, que deberá tener una duración máxima de 9 minutos, en la que explicarán a la clase su investigación en la web y el resultado de esta. La explicación de la actividad tomará de 10 minutos.

Justo al finalizar la clase se informará al alumnado de que la próxima clase se desarrollará en el laboratorio de biología y geología del centro, para que acudan a este en vez del aula habitual.

Segunda sesión					
Contenidos	Metodología	Objetivos Específicos	Competencias clave	Criterios de ev.	Duración (minutos)
Fase de excreción	Clase magistral	I	a, b	15	10
Actividad interrelación funcional de las fases de la nutrición	Cooperativo Gamificación	II	a, b, e	14	35
Explicación ABP sobre Patologías digestivas	Cooperativo ABP	V, VI	a, b, c, e, f	6, 16	10

Tabla 5: Asociación de elementos trabajados en la segunda sesión

3ª sesión.

La siguiente sesión se llevará a cabo en el laboratorio de biología y geología ya que la explicación se verá apoyada con varias maquetas que permitirán a los alumnos observar e interactuar con modelos a escala de las estructuras anatómicas que estamos explicando en ese momento.

Esta sesión se centrará en la docencia de la anatomía del tracto gastrointestinal, empezando por la boca y el esófago, que tomará 10 minutos, continuando con la anatomía gástrica, que se alargará por 15 minutos y finalizando con la anatomía del intestino delgado y grueso, tomando 15 y 10 minutos respectivamente.

Mientras se lleva a cabo la explicación de las estructuras que componen cada una de las partes, se dispondrá de una maqueta a escala en la que se irán señalando directamente. Para hacer más participativo de la enseñanza al alumnado, se irá pasando por las mesas con la maqueta, de forma que estos puedan manipular directamente las estructuras, teniendo una mejor idea de la forma, localización y extensión de estas en el cuerpo.

Al finalizar la explicación se llevará a cabo un breve cuestionario visual (Anexo V), durante 10 minutos, en el que se evaluará el criterio de evaluación 17.

Tercera sesión					
Contenidos	Metodología	Objetivos Específicos	Competencias clave	Criterios de ev.	Duración (minutos)
Anatomía de la boca y esófago	Clase magistral	III	a, b	17	10
Anatomía del estómago	Clase magistral	III	a, b	17	15
Anatomía del intestino delgado	Clase magistral	III	a, b	17	10
Anatomía del intestino grueso	Clase magistral	III	a, b	17	10
Cuestionario de evaluación	Cuestionario	III	a, b	17	10

Tabla 6: Asociación de elementos trabajados en la tercera sesión

4ª sesión.

En la cuarta sesión se seguirá viendo la anatomía digestiva, centrándose esta vez en la anatomía de las glándulas digestivas y los órganos accesorios y se enseñará la motilidad de todo el sistema digestivo, desde que el alimento entra por la cavidad oral hasta que las heces son expulsadas por el ano.

La primera parte de la clase, dedicada a la anatomía de las glándulas y órganos accesorios se dividirá entre glándulas salivales, que tomará 5 minutos, porción exocrina del páncreas, de otros 5 minutos y la anatomía del hígado y el sistema biliar, que durará 10 minutos. Debido a que dichas estructuras tienen una morfología compleja y que puede ser difícil de imaginar por los alumnos, se apoyará la explicación con varias imágenes que se irán mostrando en una presentación de *powerpoint* (Anexo VI).

Posteriormente se pasará a la explicación de la motilidad digestiva, dividiendo esta entre masticación y deglución del alimento, de 10 minutos de duración, motilidad gástrica, también con una duración de 10 minutos y la motilidad intestinal, que durará 15 minutos. En este caso, debido al carácter del contenido, la explicación de este se verá apoyada por la proyección de un vídeo (Anexo VI) en el que los alumnos podrán ver directamente cómo se producen dichos movimientos.

Cuarta sesión					
Contenidos	Metodología	Objetivos Específicos	Competencias clave	Criterios de ev.	Duración (minutos)
Anatomía de las glándulas salivales	Clase magistral	III	a, b	17	5
Anatomía de la porción exocrina del páncreas	Clase magistral	III	a, b	17	5
Anatomía del hígado y el sistema biliar	Clase magistral	III	a, b	17	10

Masticación y deglución	Clase magistral	III	a, b	17	10
Motilidad gástrica	Clase magistral	III	a, b	17	10
Motilidad intestinal	Clase magistral	III	a, b	17	15

Tabla 7: Asociación de elementos trabajados en la cuarta sesión

5ª sesión

En la quinta sesión se llevarán a cabo una serie de actividades gracias a la utilización de la metodología “*flipped-classroom*”, en la que los alumnos estudiarán en casa los contenidos con los que se trabajará en clase posteriormente, permitiendo que se trabaje con los contenidos y no sobre los contenidos. De esta forma, al empezar la clase los alumnos deberán tener una idea general de los procesos de digestión y absorción a lo largo del aparato digestivo.

Primeramente, se trabajarán las etapas de digestión gástrica e intestinal, realizando una destreza de pensamiento. Para ello se entregará a cada alumno una ficha (Anexo VII), que sirva como guía para ejecutar la destreza de pensamiento “compara y contrasta”, en la que tendrán que establecer similitudes y diferencias entre la digestión gástrica e intestinal, sacando finalmente una conclusión final que aúne ambos procesos digestivos. Esta actividad tomará un total de 15 minutos y en ella se evaluará el criterio de evaluación 17.

Posteriormente, se formarán 4 grupos de 6 alumnos para llevar a cabo la siguiente actividad, en la que se intentará elaborar una receta “científicamente perfecta”, usando los conocimientos obtenidos en el estudio de los contenidos. El objetivo final será elaborar una receta usando un alimento rico en hidratos de carbono saludables, otro con lípidos fácilmente digeribles y otro con proteínas completas. Para ello se dividirá el grupo en 3 subgrupos de 2 alumnos, encargándose cada uno de los subgrupos de un nutriente diferente. Se entregará una ficha (Anexo VIII), a cada subgrupo en el que aparecerán una serie de cuestiones que guiarán al alumnado en la elección del alimento correcto. Cuando cada subgrupo haya decidido su alimento, todos los integrantes del grupo deberán presentar en una ficha (Anexo IX), en la que aparecerá cómo elaborar una receta que reúna todos esos alimentos y qué beneficios para la salud tendría esta, para exponerlo ante el resto de compañeros al finalizar la actividad. La actividad tomará un tiempo aproximado de 40 minutos y servirá para evaluar el criterio de evaluación 13.

Quinta sesión					
Contenidos	Metodología	Objetivos Específicos	Competencias clave	Criterios de ev.	Duración (minutos)
“Compara y contrasta” de digestión gástrica e intestinal	Flipped-classroom Destreza de pensamiento	IV	a, b, d, f	17	15
Actividad “Receta perfecta” sobre digestión y absorción intestinal	Flipped-classroom Cooperativo Gamificación	IV	a, b, d, e, f	13	40

Tabla 8: Asociación de elementos trabajados en la quinta sesión

6ª sesión

En la primera parte de la sexta sesión se llevarán a cabo las exposiciones de las patologías investigadas por los alumnos, ayudándose de una presentación realizada en su plataforma de elección, que permita una mejor estructuración de la información y la ilustración de los diferentes hallazgos relacionados con dichas patologías. Durante la presentación, los alumnos contarán con total libertad para presentar la información, sin embargo, tal como se les indica en la ficha informativa que se les facilitó cuando se les planteó dicha actividad, se tendrá en cuenta la resolución de 3 puntos clave: descubrir la patología gracias a su relación con la sintomatología, presentar formas de prevención de estas y su tratamiento, si lo tuviese. Cada una de las exposiciones tendrá una duración máxima de 9 minutos y deberán hablar cada uno de los integrantes del grupo. El conjunto de exposiciones llevará un tiempo aproximado de 40 minutos. Durante esta actividad se evaluarán los criterios de evaluación 6 y 16.

Tras la exposición de las patologías asignadas a cada grupo, se llevará a cabo una ampliación por parte del profesor, mostrando un mayor número de patologías que se dan de forma menos frecuente pero que, no por ello revisten menos importancia. La ampliación de patologías digestivas durará un tiempo aproximado de 15 minutos.

Sexta sesión					
Contenidos	Metodología	Objetivos Específicos	Competencias clave	Criterios de ev.	Duración (minutos)
Exposición oral ABP Patologías	ABP	V, VI	a, b c, f	6, 16	40
Ampliación de patologías	Clase magistral	V	a, b	16	15

Tabla 9: Asociación de elementos trabajados en la sexta sesión

7ª sesión

En la séptima sesión se empezará viendo la importancia de llevar un estilo de vida saludable tanto en el terreno de la alimentación como en el de consumo de sustancias adictivas como el alcohol. Para ello se expondrán datos basados en investigaciones recientes y se les inculcarán valores que puedan evitar los efectos devastadores de la temprana iniciación en el consumo de drogas y las consecuencias para su salud de la obesidad. Esta exposición durará un tiempo aproximado de 15 minutos.

Finalmente, para terminar con los contenidos presentados en la unidad didáctica se dará una clase expositiva en la que se pondrá en relieve la importancia que tiene la microbiota para en correcto mantenimiento de una buena salud, además de ver las importante funciones que esta cumple en el cuerpo, viendo su relación con la obesidad y con la salud mental. De esta forma se pretende que el alumnado abandone la idea preconcebida de que las bacterias constituyen siempre una amenaza para la salud, aprendiendo a verlas como una parte más del correcto funcionamiento del cuerpo. Esta exposición, que se verá apoyada por las últimas investigaciones sobre el tema, se extenderá a lo largo de 40 minutos.

Por último, se aclarará a los alumnos los contenidos que se evaluarán en el examen final, que se corresponderán con aquellos que no han sido evaluados de otras formas a lo largo de las sesiones.

Séptima sesión					
Contenidos	Metodología	Objetivos Específicos	Competencias clave	Criterios de ev.	Duración (minutos)
Malos hábitos alimenticios y consumo de alcohol	Clase magistral	VI	a, b	10	15
La importancia de la microbiota	Clase magistral	VII	a, b	I	40

Tabla 10: Asociación de elementos trabajados en la séptima sesión

8ª sesión

En la última se llevará a cabo un examen (Anexo X), que sirva como evaluación de ciertos contenidos de los que se informó previamente al alumnado, evitando sobrecargarlos con un temario excesivamente extenso. Los contenidos evaluables en el examen, se corresponderán con aquellos que no han sido evaluados de forma directa en las diferentes actividades realizadas a lo largo de la aplicación de la unidad didáctica, serán los siguientes:

- Fases de la nutrición y aparatos que participan en ella.
- Anatomía de las glándulas digestivas y los órganos accesorios.
- Motilidad digestiva.
- Malos hábitos alimenticios y consumo de alcohol.
- Importancia de la microbiota.

El examen se realizará de forma escrita e individual, durante 45 minutos. Y en él se evaluarán los criterios de evaluación 10, 15, 17 y I.

Para acabar, se les pasará un cuestionario anónimo (Anexo XI) en el que lo alumnos evalúen el proceso de enseñanza aprendizaje llevado a cabo a lo largo de la unidad didáctica, se realizará en los últimos 10 minutos de clase.

Octava sesión					
Contenidos	Metodología	Objetivos Específicos	Competencias clave	Criterios de ev.	Duración (minutos)
Examen final	Prueba escrita	I, III, VI, VII	a, b	10, 15, 17, I	45
Cuestionario evaluación E-A	Cuestionario	-	-	-	10

Tabla 11: Asociación de elementos trabajados en la octava sesión

5.10. Estrategias de refuerzo y ampliación curricular

En consonancia con las regulaciones en torno a la atención a la diversidad publicadas en la orden del 15 de enero de 2021 de la conselleria de educación y deporte de la junta de Andalucía, en la aplicación de esta guía docente se llevará a cabo una serie de estrategias que promuevan la inclusión y respeto a todo tipo de personas, así como la igualdad de oportunidades frente a las diferencias en competitividad curricular y ritmos de aprendizaje que pueda presentar el alumnado.

Para ello, se llevará a cabo un programa de refuerzo del aprendizaje de los contenidos presentes en la unidad didáctica, que aseguren la consecución de los estándares de aprendizaje y objetivos de materia requeridos para completar el curso académico. Especialmente debido al carácter obligatorio de la asignatura que nos ocupa.

Según la información sobre el grupo objetivo de la aplicación de la unidad didáctica, se encontrarán 2 alumnos que no han promocionado de curso, por lo que se les proveerá de una serie de materiales de refuerzo (Anexo XII), con los que facilitarles el estudio de la unidad didáctica. Entre ellos estarán una serie de esquemas gráficos que ayuden a entender el temario que deberán estudiar de cara a la realización del examen final y una ficha con cuestiones que profundicen en los aspectos del temario más importantes (Anexo XII), que serán entregados y devueltos con las correcciones específicas a lo largo de la aplicación de la unidad didáctica. Además, se les propondrá el visionado del programa “proyecto arkano 4 – drogas y ansiedad”, disponible de forma gratuita en la

web de RTVE, y la entrega de un comentario crítico de este, que le servirá para evaluar el criterio de evaluación 10 de forma alternativa al examen final.

Por otra parte, en el grupo también encontramos con una alumna con altas capacidades a la que se aplicará una estrategia de ampliación de contenidos en la que se les facilitará una ficha con diferentes recursos (Anexo XIII), que profundicen en ciertos temas vistos de forma más somera en el transcurso de las clases, sobre todo aquellos correspondientes a las últimas tendencias en investigación, de esta forma se fomentará la motivación de las alumnas hacia dichos contenidos.

En cuanto al resto del alumnado, según vaya evolucionando a lo largo de la unidad se les indicará la conveniencia de que realicen o las actividades de refuerzo a las de ampliación previamente definidas.

5.11. Evaluación del proceso de Enseñanza-Aprendizaje

Para asegurar la continua mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje, es primordial realizar una evaluación de este, detectando los posibles fallos y mejoras para subsanarlo en el rediseño de la unidad didáctica en un curso posterior. Para ello, al final de las sesiones se llevará a cabo un proceso de evaluación de la estrategia didáctica ejecutada en la enseñanza de dicha unidad didáctica, por una parte, se entregará al alumnado un cuestionario anónimo (Anexo XI), en el que valoren la adecuación de los contenidos a su nivel de aprendizaje, la metodología usada para impartirlos y su propia satisfacción personal con el transcurrir de las clases.

Además, una vez que se haya completado la evaluación de la unidad didáctica y en vista de los resultados obtenidos y la información recogida en las encuestas, el profesor rellenará una ficha (Anexo XIV), en la que se plasme de forma concisa los errores y puntos a mejorar en las próximas iteraciones de la unidad didáctica.

Bibliografía

- Balalykin, D. A. (2019). Galen's understanding of the digestive system in the context of the commensurability of medical knowledge in different periods. *History of Medicine*, 6(2), 98-110. <https://doi.org/10.17720/2409-5834.v6.2.2019.06f>
- Bueno, P. M., Victoria, Y., y Fitzgerald, L. (2004). APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS PROBLEM-BASED LEARNING. En *Theoria* (Vol. 13).
- Costa, M., Hennig, G. W., y Brookes, S. J. H. (1998). Intestinal peristalsis: A mammalian motor pattern controlled by enteric neural circuits. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 860(1), 464-466. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1998.tb09077.x>
- Dajč, E. (2017). Erasistratus of Samos: The Renowned Hellenistic Cardiologist and His Contributions to Medicine. *Acta historiae medicinae, stomatologiae, pharmaciae, medicinae veterinariae*, 36, 8-19.
- DISCAPNET. (2002). *Los nutrientes, tipos y funciones*. DISCAPNET. <https://www.discapnet.es/areas-tematicas/salud/guias-y-articulos-de-salud/guia-de-alimentacion-y-nutricion/los-nutrientes>
- Doreau, M., y Chilliard, Y. (1997). Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. *British Journal of Nutrition*, 78(1), S15-S35. <https://doi.org/10.1079/bjn19970132>
- Fontané, L., Benaiges, D., Goday, A., Llauradó, G., y Pedro-Botet, J. (2018). Influence of the microbiota and probiotics in obesity. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis (English Edition)*, 30(6), 271-279. <https://doi.org/10.1016/j.artere.2018.10.002>
- Garcia, D., Hita, G., Mompean, B., Hernandez, A., Pellicer, E., Morales, G., y Parrilla, P. (1991). Colonic motility: Electric and manometric description of mass movement. *Diseases of the Colon & Rectum*, 34(7), 577-584. <https://doi.org/10.1007/BF02049898>
- Gonz, D. C. (2018). *La toxicología post-Paracelso: "¿dosis sola facit venenum?"* 7(3), 6-8. <http://apuntes.hgucl.es/2018/01/25/la-toxicologia-post-paracelso-dosis-sola-facit-venenum/>
- Grao-Cruces, A., Nuviala, A., Fernández-Martínez, A., Porcel-Gálvez, A. M., Moral-García, J. E., y Martínez-López, E. J. (2013). Adherencia a la dieta mediterránea en adolescentes rurales y urbanos del sur de España, satisfacción con la vida, antropometría y actividades físicas y sedentarias. *Nutrición Hospitalaria*, 28(4), 1129-1135. <https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.4.6486>
- Heydari, M., Hashempur, M. H., y Zargaran, A. (2013). MEDICINAL ASPECTS OF OPIUM AS DESCRIBED IN AVICENNA'S CANON OF MEDICINE OPIJUM S MEDICINSKOG GLEDIŠTA

- KAKO JE PRIKAZAN U AVICENINU KANONU MEDICINE. En *Pregledni ~lanak Acta med-hist Adriat* (Vol. 11, Número 1). Hrvatsko znanstveno društvo za povijest zdravstvene kulture.
- Hirsch, L. (2018). *El corazón y el sistema circulatorio (para Adolescentes)*. KidsHealth. <https://kidshealth.org/es/teens/heart-esp.html>
- Hoebler, C., Karinthy, A., Devaux, M. F., Guillon, F., Gallant, D. J. G., Bouchet, B., Melegari, C., y Barry, J. L. (1998). Physical and chemical transformations of cereal food during oral digestion in human subjects. *British Journal of Nutrition*, 80(5), 429-436. <https://doi.org/10.1017/s0007114598001494>
- Kelly, J. R., Borre, Y., O' Brien, C., Patterson, E., El Aidy, S., Deane, J., Kennedy, P. J., Beers, S., Scott, K., Moloney, G., Hoban, A. E., Scott, L., Fitzgerald, P., Ross, P., Stanton, C., Clarke, G., Cryan, J. F., y Dinan, T. G. (2016). Transferring the blues: Depression-associated gut microbiota induces neurobehavioural changes in the rat. *Journal of Psychiatric Research*, 82, 109-118. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2016.07.019>
- Koh, G. Y., y Rowling, M. J. (2017). Resistant starch as a novel dietary strategy to maintain kidney health in diabetes mellitus. *Nutrition Reviews*, 75(5), 350-360. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nux006>
- López, G., y Acuña, S. (2011). Aprendizaje cooperativo en el aula. *Inventio*, 37, 28-37.
- Macierzanka, A., Torcello-Gómez, A., Jungnickel, C., y Maldonado-Valderrama, J. (2019). Bile salts in digestion and transport of lipids. En *Advances in Colloid and Interface Science* (Vol. 274, p. 102045). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2019.102045>
- Mackie, D. A., y Pangborn, R. M. (1990). Mastication and its influence on human salivary flow and alpha-amylase secretion. *Physiology and Behavior*, 47(3), 593-595. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(90\)90131-M](https://doi.org/10.1016/0031-9384(90)90131-M)
- María Magdalena Farías, N., Catalina Silva, B., y Jaime Rozowski, N. (2011). Microbiota intestinal: Rol en obesidad gut microbiota: Role in obesity. *Revista Chilena de Nutricion*, 38(2), 228-233. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182011000200013>
- Mazarello, P., y Harari, M. (2007). Left to Digest. In ancient art, banqueters always recline on their left side — perhaps to aid digestion. *Nature*, 448(August), 27100.
- Merino, C. (1993). Identidad y plan de vida en la adolescencia media y tardía. *Perfiles educativos*, 60.
- Montagud, N. (2019). *Sistema excretor: características, partes y funcionamiento*. Psicologíamente. <https://psicologíamente.com/salud/sistema-excretor>

- Navarro, S. (2014). Breve historia de la anatomía y fisiología de una recóndita y enigmática glándula llamada páncreas. *Gastroenterología y Hepatología*, 37(9), 527-534.
<https://doi.org/10.1016/j.gastrohep.2014.06.007>
- NIDDK. (2018). *El aparato digestivo y su funcionamiento*. NIH.
<https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/enfermedades-digestivas/aparato-digestivo-funcionamiento>
- Numbers, R. L. (1979). William Beaumont and the ethics of human experimentation. *Journal of the History of Biology*, 12(1), 113-135. <https://doi.org/10.1007/BF00128137>
- Ochaíta, E. (1983). La teoría de Piaget sobre el desarrollo del conocimiento. *Estudios de psicología*, 14, 93-108.
- OMS. (2015). Nutrición. *WHO*. <http://www.who.int/topics/nutrition/es/>
- Palencia, A. (2006). Obesidad: La epidemia del siglo XXI. *Revista Espanola de Obesidad*, 4(3), 175-177.
- Pedersen, A. M. L., Sørensen, C. E., Proctor, G. B., y Carpenter, G. H. (2018). Salivary functions in mastication, taste and textural perception, swallowing and initial digestion. En *Oral Diseases* (Vol. 24, Número 8, pp. 1399-1416). Blackwell Publishing Ltd.
<https://doi.org/10.1111/odi.12867>
- Pérez, Á. (2012). *Educarse en la era digital*. Ediciones Morata.
- Piaget, J. (1981). La Teoría De Piaget. *Infancia y Aprendizaje*, 4(sup2), 13-54.
<https://doi.org/10.1080/02103702.1981.10821902>
- Quera P, R., Quigley, E. M. M., y Madrid S, A. M. (2005). Small intestinal bacterial overgrowth. An update. *Small intestinal bacterial overgrowth. An update*, 133(11), 1361-1370.
<https://doi.org/10.4067/S0034-98872005001100013>
- Rishi, G., y Subramaniam, V. N. (2017). The liver in regulation of iron homeostasis. *American Journal of Physiology - Gastrointestinal and Liver Physiology*, 313(3), G157-G165.
<https://doi.org/10.1152/ajpgi.00004.2017>
- Ritchie, H., y Roser, M. (2019). *Alcohol Consumption*. Our World in data.
<https://ourworldindata.org/alcohol-consumption>
- Rotter, J. B. (1966). Generalized expectancies for internal versus external control of reinforcement. En *Psychological monographs* (Vol. 80, Número 1, pp. 1-28).
<https://doi.org/10.1037/h0092976>

- Sánchez-Cruz, J.-J., Jiménez-Moleón, J. J., Fernández-Quesada, F., y Sánchez, M. J. (2013). Prevalence of Child and Youth Obesity in Spain in 2012. *Revista Española de Cardiología (English Edition)*, 66(5), 371-376. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2012.10.012>
- SEELEY, J. R. (1960). Death by liver cirrhosis and the price of beverage alcohol. *Canadian Medical Association journal*, 83(1), 1361-1366. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1939047/>
- Silvester, K. R., Englyst, H. N., y Cummings, J. H. (1995). Ileal recovery of starch from whole diets containing resistant starch measured in vitro and fermentation of ileal effluent. *American Journal of Clinical Nutrition*, 62(2), 403-411. <https://doi.org/10.1093/ajcn/62.2.403>
- Śródka, A. (2003). The short history of gastroenterology. *Journal of Physiology and Pharmacology*, 54(SUPPL. 3), 9-21.
- Stepanov, Y. M., Skirda, I. Y., y Petishko, O. P. (2009). Digestive system diseases: the actual problem of clinical medicine. *GASTROENTEROLOGY*, 53(1), 1-6. <https://doi.org/10.22141/2308-2097.53.1.2019.163450>
- Turchetto, E. S., Makinistian, L., y Makinistian, R. L. (2016). La respiración: función de funciones. *Revista Argentina de Anestesiología*, 74(2), 47-48. <https://doi.org/10.1016/j.raa.2016.10.001>
- Valero-Cases, E., Cerdá-Bernad, D., Pastor, J.-J., y Frutos, M.-J. (2020). Non-Dairy Fermented Beverages as Potential Carriers to Ensure Probiotics, Prebiotics, and Bioactive Compounds Arrival to the Gut and Their Health Benefits. *Nutrients*, 12(6), 1666. <https://doi.org/10.3390/nu12061666>
- Wang, G. J., Tomasi, D., Backus, W., Wang, R., Telang, F., Geliebter, A., Korner, J., Bauman, A., Fowler, J. S., Thanos, P. K., y Volkow, N. D. (2008). Gastric distention activates satiety circuitry in the human brain. *NeuroImage*, 39(4), 1824-1831. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.11.008>
- Welcome, M. O. (2018). History of Development of Gastrointestinal Physiology: From Antiquity to Modern Period and the Birth of Modern Digestive Physiology. En *Gastrointestinal Physiology* (pp. 1-51). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91056-7_1

Anexo I: Rúbrica de evaluación de los criterios de evaluación

Criterio de evaluación	Indicadores			Puntuación final
6	No es capaz de identificar hábitos saludables para prevenir enfermedades	Identifica algunos hábitos, pero no establece claramente la asociación con la prevención de enfermedades (0,25 pts)	Identifica hábitos saludables como método de prevención de enfermedades (0,5 pts)	/0,5 pts
10	No es capaz de reconocer las consecuencias de seguir conductas de riesgo	Reconoce las consecuencias de seguir conductas de riesgo, pero no le da la suficiente importancia (0, 5 pts)	Reconoce las consecuencias de seguir conductas de riesgo (1 pts)	/1 pts
13	No argumenta la importancia de la alimentación en la salud	Proporciona argumentos poco válidos de la importancia de la alimentación en la salud (0,5 pts)	Argumenta correctamente la importancia de una buena alimentación en la salud (1 pts)	/1 pts
14	No explica los procesos de la nutrición	Explica los procesos de la nutrición, pero no utiliza esquemas de los distintos aparatos que intervienen en ella (0,5 pts)	Explica los procesos de la nutrición, utilizando esquemas de los distintos aparatos que intervienen en ella (1 pts)	/1 pts
15	No asocia la fase del proceso de nutrición con el aparato en el que se lleva a cabo	Asocia algunos aparatos a sus fases correspondientes, pero se equivoca en otros (0,5 pts)	Asocia cada fase del proceso de nutrición con el aparato en el que se lleva a cabo (1 pts)	/1 pts
16	No indaga sobre las enfermedades del aparato digestivo	Indaga sobre algunos aspectos de enfermedades del aparato digestivo, pero se deja otros como causas o métodos de prevención (0,5 pts)	Indaga sobre las enfermedades del aparato digestivo, así como de sus causas y métodos de prevención (1 pts)	/1 pts

17*	Desconoce las estructuras/funcionamiento del aparato digestivo	Reconoce parcialmente las estructuras/funcionamiento del aparato digestivo, pero ignora parte de este (2 pts)	Reconoce las estructuras y funcionamiento del aparato digestivo (4 pts)	/4 pts
I	No valora la importancia de la microbiota intestinal en la salud	Valora algunos aspectos que tiene la microbiota en el mantenimiento de una buena salud, pero ignora otros (0,25 pts)	Valora todos los aspectos que denotan la importancia de la microbiota en el mantenimiento de una buena salud (0,5 pts)	/0,5 pts
				/10 pts

***La calificación en el criterio 17 se corresponderá con una media de la calificación obtenida a través de los 3 instrumentos utilizados para evaluarlo (cuestionario visual, ejercicio “compara y contrasta” y examen final).**

Anexo II: Cuestionario de ideas previas

Cuestionario inicial

Nombre:

Contesta a las siguientes preguntas:

- 1) A veces se habla de que algunos alimentos “engordan”, ¿estás de acuerdo con esta afirmación? ¿Por qué?

- 2) ¿Un cuerpo saludable debería estar libre de bacterias? Argumenta tu respuesta.

- 3) A menudo se desaconseja la ingesta recurrente de azúcares en la dieta, ¿cuántos tipos de estos azúcares podrías reconocer? ¿Todos los azúcares son igual de perjudiciales?

- 4) ¿Las grasas vegetales son siempre más sanas que las animales?

Anexo III: Tarjetas de “peticiones” en juego de interrelación funcional de las fases de la nutrición

¡Necesito oxígeno para realizar la respiración celular!	Necesito eliminar urea ¡es demasiado tóxica!
Mañana tengo examen ¡Las neuronas necesitan más glucosa para funcionar al 100%!	Es invierno y hace mucho frío, me vendría bien un poco de grasa para ayudarme a guardar el calor
Acabo de realizar un ejercicio intenso, necesito eliminar todo el CO₂ que he generado	He consumido por error 2 dosis de un medicamento, el cuerpo necesita eliminarlo el exceso para evitar problemas de toxicidad.

Anexo IV: Fichas de sintomatología de patologías digestivas

ABP Patologías digestivas

Investiga la patología, junto con sus principales causas y tratamiento, si lo hubiese. En el caso de que haya tratamiento, ¿qué consecuencias tendría ignorarlo?

Grupo A

Hace varios días, después de desayunar, mientras me cepillaba los dientes me fijé en una pequeña mancha oscura en el centro de una de las muelas inferiores. Al principio, pensando que sería algún trocito de comida, lo cepillé con insistencia, sin embargo, no logré eliminarlo. Restándole importancia, continúe con mi vida normal, pero hoy he empezado a sentir dolor en dicha muela y me da miedo ir al dentista.

Grupo B

Últimamente he notado que después de hacer una comida intensa, empiezo a notar una especie de ardor en el estómago que me sube hasta la garganta, este es especialmente molesto cuando me acuesto poco antes de haber comido y en ocasiones incluso he llegado a vomitar de forma momentánea una parte del contenido estomacal.

Grupo C

Llevo varios días con un dolor leve mientras me cepillo los dientes, llegando a ver incluso un poco de sangre al escupir el agua tras el enjuagado. Además, antes no solía tener molestias al comer y ahora, al tomar alguna comida un poco fría o caliente, me da un dolor intenso que me hace tener que parar. Sin embargo, he mirado bien mi boca y lo único que he notado es un enrojecimiento de las encías, especialmente en la base de los dientes.

Grupo D

En los últimos años he venido notando ciertas molestias digestivas a las que no les he dado demasiada importancia, al no haber encontrado ningún patrón que lo desencadenase. Sin embargo, últimamente estas molestias se han agravado y he llegado a tener episodios de diarrea, dolor abdominal e incluso cefaleas. He llegado a pensar que puede tener algo que ver con mi dieta, por lo que he intentado eliminar ciertas comidas “poco saludables” pero las molestias continúan, te dejo un ejemplo de la dieta que suelo seguir a diario:

Desayuno: Tostadas con tomate y una manzana

Almuerzo: espaguetis con tomate frito

Merienda: un vaso de leche con cacao y galletas

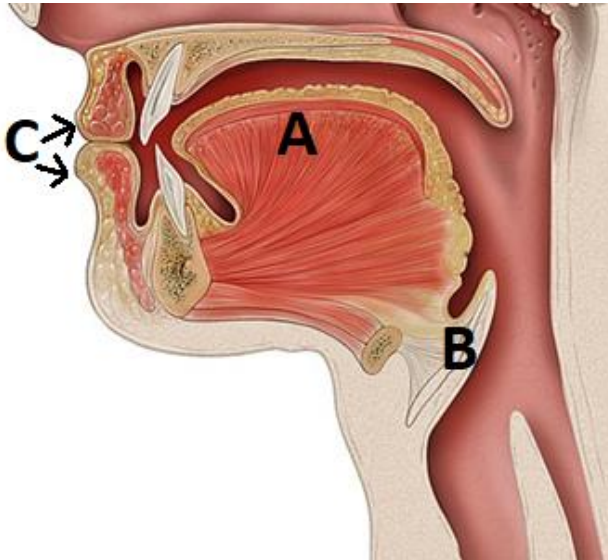
Cena: Pechuga de pollo empanada.

Anexo V: Cuestionario visual de anatomía del tracto digestivo

Cuestionario Visual: Anatomía del tracto digestivo

Nombre:

- 1) Reconoce las siguientes estructuras de la boca (0,1 puntos cada uno):

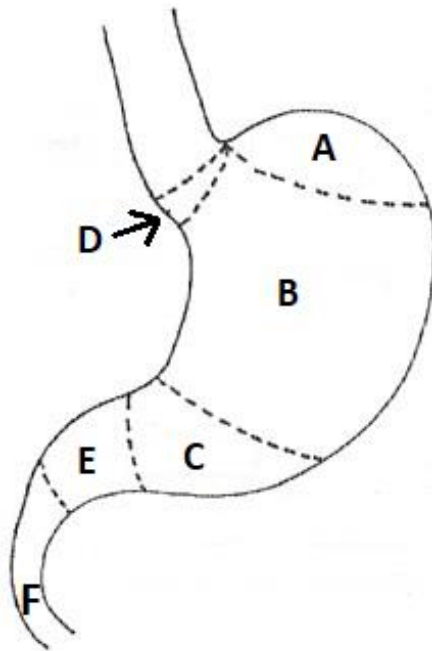


A:

B:

C:

- 2) Reconoce las siguientes estructuras del estómago e intestino (0,1 puntos cada uno)



A:

B:

C:

D:

E:

F:

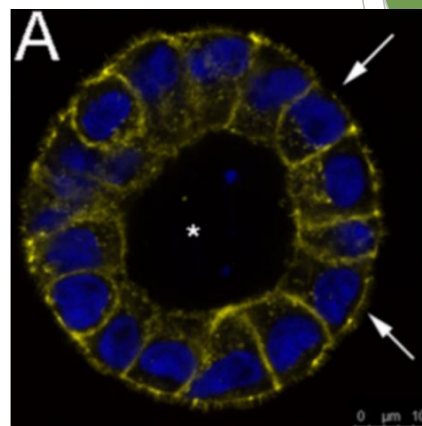
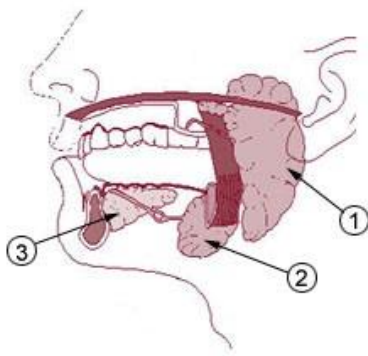
G:

Anatomía de las glándulas digestivas y órganos accesorios

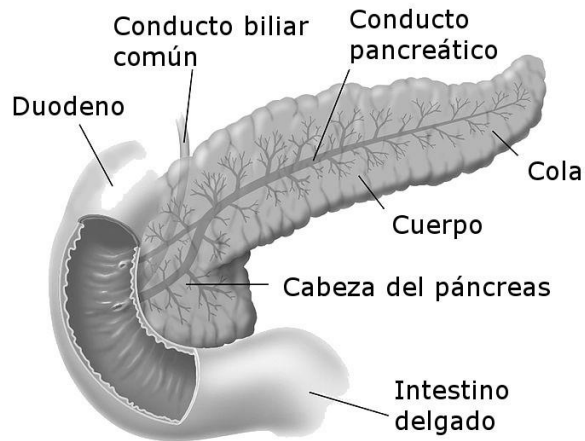
Motilidad intestinal

Biología y Geología 3º ESO - A

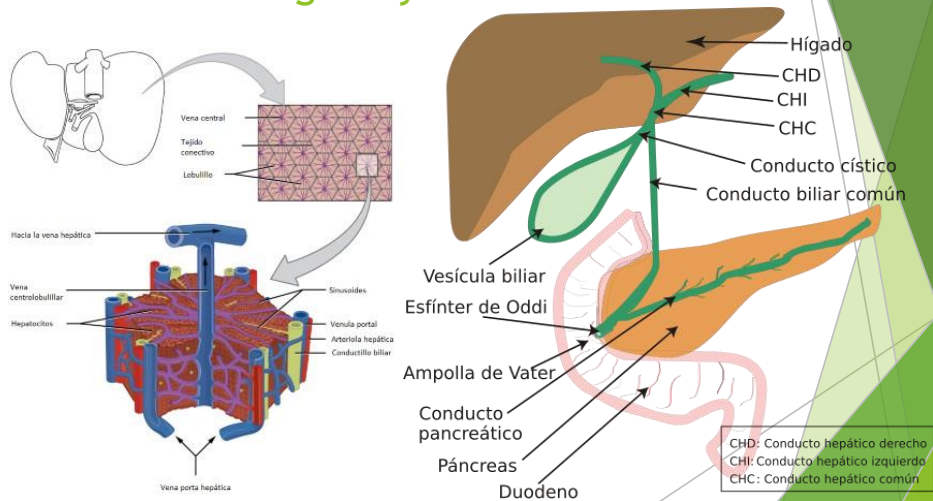
Anatomía de las glándulas salivales



Anatomía de la porción exocrina del páncreas



Anatomía del hígado y el sistema biliar



Motilidad del sistema digestivo



<https://www.youtube.com/watch?v=URrXh0LJ6JE>

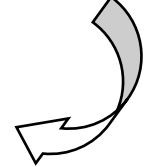
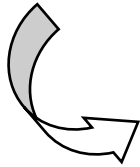
Anexo VII: "Compara y contrasta" la digestión gástrica e intestinal

Nombre:

COMPARA Y CONTRASTA

DIGESTIÓN GÁSTRICA

DIGESTIÓN INTESTINAL



SE PARECEN EN...

SE DIFERENCIAN EN...

EN CUANTO A:



SUS PATRONES MÁS SIGNIFICATIVOS SON...

CONCLUSIÓN:

Anexo VIII: Ficha de elección de alimento ideal

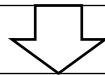
Subgrupo:

Grupo:

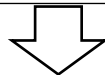
¿Cuál es el nutriente mayoritario que va a aportar tu alimento?

¿Con qué enzima(s) digestiva(s) se hidroliza el alimento para obtener dicho nutriente?

¿Qué tipo de alimentos suelen ser más recomendables para obtener dicho nutriente?



¿Qué beneficios reporta el uso de este tipo de alimentos?

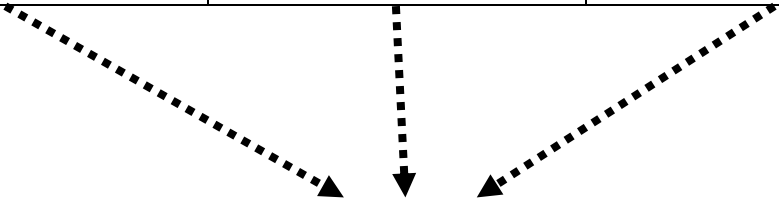


¿Qué alimento usarás en la receta para aportar tu nutriente?

Anexo IX: Ficha de elaboración de receta conjunta

Grupo:

Alimentos elegidos para la receta		
Alimento rico en Hidratos de carbono	Alimento rico en lípidos	Alimento rico en proteínas



¿Qué receta vais a preparar con estos ingredientes?

Exponed el tratamiento de los alimentos y los pasos a realizar en la elaboración de dicha receta:

Examen

Función de nutrición y aparato digestivo

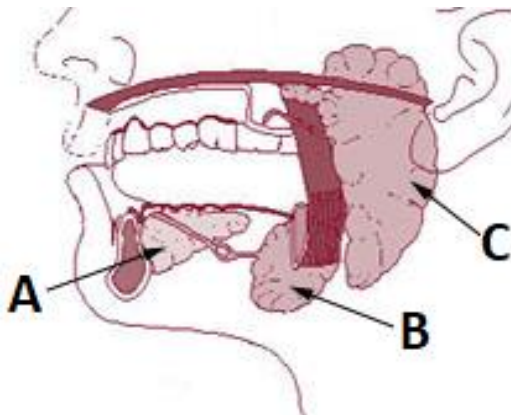
Nombre:

1) Une con flechas cada proceso con su aparato relacionado

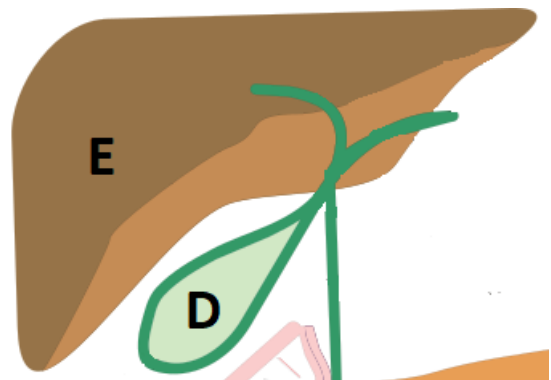
Aparato digestivo	Distribución de nutrientes
Aparato respiratorio	Obtención de nutrientes del alimento
Aparato excretor	Intercambio gaseoso con el exterior
Aparato circulatorio	Expulsión de sustancias perjudiciales

2) Explica brevemente las funciones del sistema circulatorio en el cuerpo y sus principales partes:

3) Nombra las estructuras seleccionadas:



A:



B:

Anexo XI: Cuestionario anónimo de evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje

Indica con una X tu grado de satisfacción con los siguientes elementos:

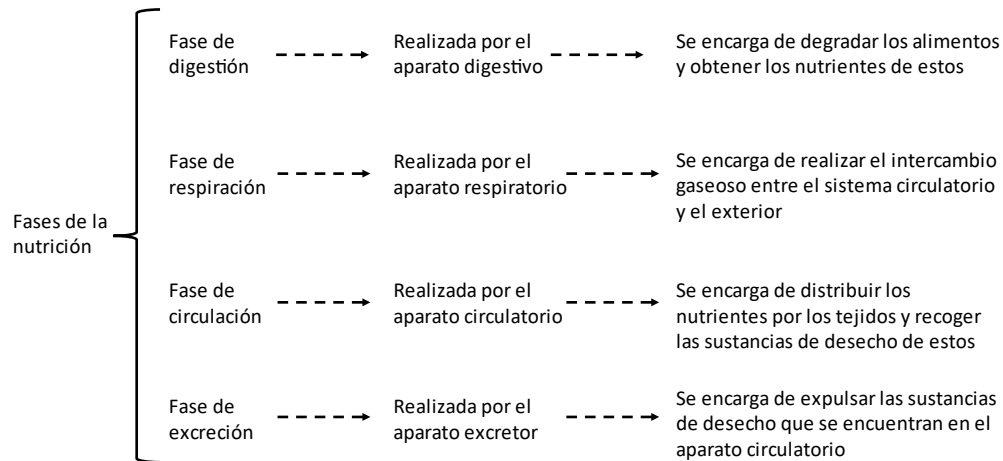
1 - insatisfecho, 2 – algo insatisfecho, 3 – indiferente, 4 – algo satisfecho, 5 - muy satisfecho

					
	1	2	3	4	5
Dificultad de los contenidos vistos en clase					
Complejidad del lenguaje utilizado en clase					
Dinamismo de las clases					
Variedad del contenido					
Proceso de guiado a través de las diferentes actividades					
Empleo de recursos interactivos					
Empleo de juegos como método de aprendizaje					
Empleo de actividades cooperativas					
Uso del aprendizaje basado en problemas (investigación de patologías digestivas)					
Programa de refuerzo y ampliación (sólo si has participado en él)					
Dificultad del examen final					
Reparto de peso de la nota final					

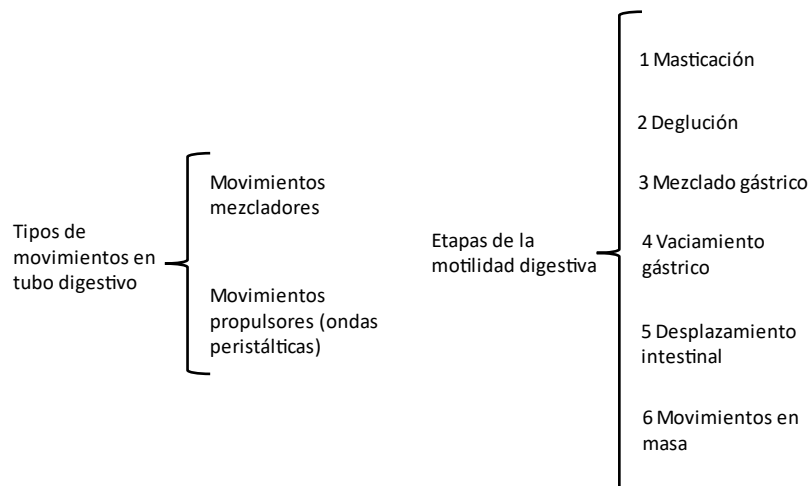
Observaciones generales:

Anexo XII: Materiales de refuerzo

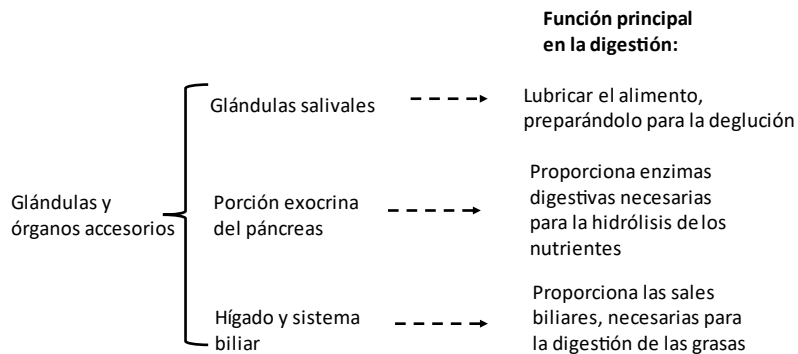
Esquema-resumen de las fases de la nutrición:



Esquema resumen de la motilidad digestiva:



Esquema-resumen de las glándulas digestivas y órganos accesorios:



Ficha con actividades de refuerzo:

1. Define los siguientes conceptos:

- Nutrición:
- Digestión:
- Lobulillo hepático:
- Ampolla de Vater:
- Onda peristáltica:
- Gastroparesia:

2. Explica los procesos digestivos sufridos por la sacarosa (glucosa + fructosa) desde que entra por la cavidad oral, hasta que se absorben sus nutrientes constituyentes a nivel intestinal:

3. Investiga sobre la celiaquía, exponiendo sus principales síntomas y tratamiento.

Visionado optativo “proyecto arkano 4 – drogas y ansiedad”

<https://www.rtve.es/playz/videos/proyecto-arkano/proyecto-arkano-programa-4-drogas-ansiedad/5079557/>

Anexo XIII: Recursos de ampliación

Relación de la microbiota con el cáncer, diabetes y la obesidad:

<https://www.gutmicrobiotaforhealth.com/es/entrevista-con-rashmi-sinha-vinculos-entre-dieta-y-cancer/>

Papel de la microbiota en la salud mental, el eje intestino-cerebro:

<https://www.biocodexmicrobiotainstitute.com/es/publicaciones/salud-mental-y-microbiota-intestinal-nuevas-esperanzas-terapeuticas>

<https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/por-que-la-microbiota-intestinal-afecta-nuestra-salud-mental>

<https://www.gutmicrobiotaforhealth.com/es/cientificos-identifican-dos-bacterias-de-la-microbiota-intestinal-vinculadas-a-la-salud-mental/>

Caries dental y microbiota oral:

https://elpais.com/elpais/2015/07/10/buenavida/1436523527_568899.html

Sobre las “muelas del juicio”:

<https://www.clinicacalvodemora.es/2016/01/27/por-que-salen-las-muelas-del-juicio-para-que-sirven/>

Sobre el motivo de la tolerancia adulta a la lactosa:

https://www.abc.es/ciencia/abci-adultos-pueden-tomar-leche-como-ninos-201807220145_noticia.html

Anexo XIV: Ficha de autoevaluación de la unidad didáctica

	1	2	3	4	5
Satisfacción con la respuesta motivacional del grupo a la metodología empleada					
Satisfacción con las calificaciones obtenidas					
Satisfacción con el tiempo dedicado a las sesiones					

¿Ha faltado tiempo para terminar alguna sesión? ¿Como se podría modificar la temporalización de las sesiones para subsanarlo?

¿Las notas obtenidas con algunos contenidos están por debajo de lo esperado? ¿La dificultad del examen era adecuada? ¿Los alumnos están satisfechos con la metodología de impartición de dichos contenidos?

¿El grupo ha respondido favorablemente al ABP?

¿El grupo ha respondido favorablemente a las actividades gamificadas?

¿El grupo ha respondido favorablemente a las actividades cooperativas?

¿La estrategia de refuerzo educativo ha ayudado en la consecución de los criterios de evaluación requeridos para superar la asignatura?

Observaciones generales: