



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

Trabajo Fin de Máster

ENFERMEDADES ENDOCRINAS COMO VEHÍCULO APLICADO PARA LA ENSEÑANZA DEL SISTEMA ENDOCRINO

Alumno/a: Ruiz Mena, Areli

Tutor/a: Prof. Dña. África Yebra Rodríguez
Dpto: Geología

Especialidad: Biología y Geología

Junio, 2019

Índice

Resumen.....	6
Abstract	6
Fundamentación epistemológica	8
1. Introducción	8
2. Antecedentes y estado de la cuestión.....	9
3. Desarrollo de contenidos.....	11
3.1. El sistema endocrino humano. Relación con el sistema nervioso.....	11
3.2. Las hormonas y la comunicación intercelular	13
3.3. Las Glándulas endocrinas.....	14
3.4. Hipotálamo.....	15
3.5. Hipófisis.....	16
3.6. Eje hipotálamo-hipófisis	16
3.6.7. Hipófisis posterior o neurohipófisis.....	23
3.7. Glándulas endocrinas	25
3.8. Hormonas adenohipofisarias que no actúan en glándulas endocrinas.....	39
3.9. Síndrome de ovarios poliquísticos.....	41
4. Enfoque didáctico.....	43
4.1. Metodología didáctica: ABP	43
4.2. Metodología didáctica: ideas previas	46
4.3. Metodología didáctica: superación de ideas previas	47
4.4. Relaciones CTS y alfabetización científica.....	47
Proyección didáctica de la Unidad	49
5.1. Legislación educativa	49
5.2. Justificación de la unidad	50
5.3. Aspectos generales de la unidad	50
5.4. Contextualización	51
5.4.1. Contextualización del centro educativo	51
5.4.2. Contextualización del alumnado	52
5.4.3. Aspectos psicológicos y pedagógicos.....	53
5.4.4. Contextualización del profesorado.....	53
5.5. Elementos curriculares básicos: objetivos	53
5.5.1. Objetivos generales de etapa	54
5.5.2. Objetivos de área de conocimiento	55

5.5.3.	Objetivos específicos de unidad	56
5.6.	Elementos curriculares básicos: competencias clave	57
5.7.	Elementos curriculares básicos: contenidos	59
5.7.1.	Contenidos conceptuales (CC)	60
5.7.2.	Contenidos actitudinales (CA)	60
5.7.3.	Contenidos procedimentales (CP)	60
5.8.	Recursos didácticos	61
5.9.	Desarrollo de la Unidad didáctica en el aula	61
5.9.1.	Temporalización	61
5.9.2.	Metodología	61
5.9.3.	Descripción y secuenciación de actividades	62
5.9.4.	Evaluación	68
5.9.4.1.	Sistema de evaluación	69
5.9.5.	Recuperación y proacción	76
5.9.6.	Atención a la diversidad	77
5.10.	Contenidos transversales	77
	Bibliografía	79
	ANEXOS	87

N.B.: en el trabajo que sigue a continuación, se utiliza el masculino en un sentido estrictamente genérico, sin connotación sexista alguna.

Resumen

El presente trabajo de fin de máster que lleva por título “Enfermedades endocrinas como vehículo aplicado para la enseñanza del sistema endocrino” aborda el desarrollo de la Unidad Didáctica “El sistema endocrino” que se imparte en el curso 3º de Educación Secundaria Obligatoria. Esta unidad está estrechamente relacionada con la columna vertebral de la asignatura para este curso: la promoción de la salud.

Esta unidad se llevará a cabo a través de cinco sesiones donde se impartirán los contenidos y donde se realizará el proceso de evaluación. En este periodo de tiempo, el grupo llevará a cabo un trabajo siguiendo fundamentalmente la metodología de Aprendizaje basado en problemas (ABP). Con ello se persigue el entendimiento de la fisiología del sistema endocrino a través del conocimiento de las alteraciones que tienen lugar en él. Además, se busca la promoción de las enfermedades más comunes relacionadas con el sistema endocrino en la adolescencia, su prevalencia y su prevención a fin de alfabetizar científicamente al alumnado con objeto de que se convierta en ciudadano crítico para la sociedad.

Palabras clave: *Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), Sistema endocrino, alteraciones endocrinas*

Abstract

This Final Master’s Project entitled “Endocrine diseases as a vehicle to teaching the endocrine system” includes the development of the didactic unit “Endocrine system” in the 3rd course of Compulsory Secondary Education. This unit is closely related to the backbone of the subject for this course: the promotion of health.

This unit will be carried out through five sessions where the contents will be taught. In this period of time, the group will work fundamentally following the didactic methodology Problem-Based Learning (PBL). This method aims to achieve an understanding of the physiology of the endocrine system through the knowledge of the alterations taking place in it. In addition, it seeks the promotion of the most common diseases related to the endocrine system in adolescence, its prevalence as well as its prevention. The final aim of this project is to build critical students prepared to become critical citizens in the future.

Keywords: *Problem-Based Learning (PBL), endocrine system, endocrine diseases.*

Fundamentación epistemológica

1. Introducción

La regulación y coordinación de todas las actividades del organismo de forma integrada corresponden a dos sistemas: al sistema nervioso y al sistema endocrino. (Testut & Latarjet, 1983). Ambos sistemas tienen una estrecha relación tanto a nivel evolutivo como a nivel funcional. La palabra endocrino tiene su origen del griego donde *endo-crino* significa secreciones internas. El sistema endocrino no tiene una unidad anatómica como tal. Se trata de un sistema funcional compuesto por glándulas endocrinas que como no se relacionan anatómicamente, se relacionan funcionalmente actuando a distancia secretando y produciendo las llamadas hormonas que viajan hasta el torrente sanguíneo para ejercer su acción en otros tejidos distantes de su origen. Es por esta razón que a las hormonas se las considera verdaderos mensajeros químicos (Dubé et al., 2016).

Las funciones del sistema endocrino son diversas, entre ellas se encuentran por ejemplo las funciones metabólicas (Sanders & Debuse, 2004). Es importante, por tanto, conocer estas funciones para poder comprender cómo puede ser explicada la etiopatogenia de enfermedades muy frecuentes endocrinas tales como la Diabetes mellitus, el enanismo o el hipotiroidismo.

El conocimiento del sistema endocrino es esencial en la Educación Obligatoria puesto que uno de los objetivos en este nivel de enseñanza de la materia de Biología y la Geología es la adquisición de conocimientos por parte del alumnado del cuerpo humano (Pérez de Eulate, 1993; Merchán, 2017).

Las enfermedades endocrinas más frecuentes son un vehículo importante para comprender el sistema endocrino ya que se establece una conexión entre los contenidos que se enseñan y la vida cotidiana (Qureshi et al., 2014). Una enfermedad multifactorial relacionada con el sistema endocrino que es importante que el alumnado conozca (porque es muy frecuente en las adolescentes y puede estar relacionada con otras afecciones metabólicas) es el Síndrome del ovario poliquístico (SOP) (Martín et al., 2014), sin embargo, esta endocrinopatía es mencionada raramente en los libros de texto.

Es fundamental, por tanto, para el alumnado aprender a analizar problemas de salud relacionados con el sistema endocrino a través del traslado al aula de situaciones reales donde sea necesario argumentar y modelizar los mecanismos fisiopatológicos correspondientes, ya que al terminar la etapa de Educación Secundaria los alumnos deben convertirse en ciudadanos con pensamiento crítico para poder hacer frente a una sociedad cada vez más demandante de civiles mejor preparados y formados. Para tener un pensamiento crítico en este sentido, el conocimiento adquirido dentro del aula

acerca del sistema endocrino les debe permitir tomar decisiones fundamentadas acerca de la prevención de enfermedades comunes de forma adecuada (Aznar Cuadrado & Puig Mauriz, 2016).

2. Antecedentes y estado de la cuestión

En primer lugar, veamos cómo se ha ido descubriendo y entendiendo el sistema endocrino y su funcionamiento a lo largo de la historia de la ciencia para situarnos adecuadamente en el desarrollo de este epígrafe y así poder enlazar de forma coherente la revisión histórica de cómo se ha ido enseñando este sistema en la educación.

Los efectos hormonales se estudian desde la época de Aristóteles, quien hizo castraciones en mamíferos machos para observar los efectos que este experimento tenía en el organismo de estos animales (Romero, 2015). En el siglo XVIII, el cirujano experimental John Hunter realizó más avances en estos ensayos: los primeros trasplantes de testículos. Esto consistía en castrar animales cortándoles los testículos y reimplantarlos en la cavidad abdominal. Con este experimento observó serias alteraciones en el desarrollo de los cachorros castrados, principalmente se veían alterados sus caracteres secundarios y se reestablecía después del reimplante. Las conclusiones a las que llegó Hunter fueron que los mecanismos que rigen el desarrollo de los rasgos sexuales debían ser más químicos que nerviosos (Freeman et al., 2001). También en el siglo XIX, el científico alemán Arnold Berthold realizó castraciones similares a las de épocas anteriores en gallos, observando que cuando tenían lugar estas castraciones, la cresta de los gallos se atrofiaba y desaparecía la conducta agresiva del macho que daba lugar a la pérdida de interés en la gallina. Berthold demostró que, si administraba extracto del testículo crudo a estos gallos o bien se les trasplantaban los testículos, estos síntomas revertían (**imagen 1**) (Soma, 2006). Fue en ese mismo siglo cuando Claude Bernard, un fisiólogo francés, en 1855 describió por primera vez el concepto de medio interno y de homeostasis, pero sin llegar a hablar de mensajeros químicos que transmitieran información de un órgano a otro. Estos experimentos dieron lugar al nacimiento de la endocrinología como ciencia (Díez-Juan et al., 2010).



Imagen 1. Fotografías de los diferentes gallos obtenidos a partir del experimento realizado por Berthold. Imagen tomada de Leal, 2015.

En el siglo XX fue cuando se aisló por primera vez una hormona. La etimología de la palabra hormona procede del griego *hormao* que significa excitar o estimular. Este

término fue acuñado en 1905 por los científicos estadounidenses Bayliss y Staling, quienes descubrieron la secretina -considerada la primera hormona- creando así el concepto endocrino de mensajeros químicos que se vierten al torrente sanguíneo para lograr efectos a distancia (Bailys et al., 1904). Casi paralelamente, en 1901, el japonés Takamine Jokichi describió la adrenalina y años más tarde, en 1914, el estadounidense Edward Calvin Kendall aisló la tiroxina a partir de la investigación del cretinismo (Hurtleff et al., 2012).

Tras esta pequeña introducción, se puede observar que ya desde tiempos remotos, el estudio del sistema endocrino ha venido asociado con el entendimiento de su funcionamiento a través de las distintas patologías que se producen si este sistema no funciona adecuadamente.

El profesor desempeña un papel central en la promoción de la salud en los centros escolares (Rello et al., 2009; Alvarez et al., 2018). Abordar el cuerpo humano en educación es fundamental para entendernos a nosotros mismos y a los que nos rodean. Tradicionalmente en las aulas se ha abordado el conocimiento del cuerpo humano en general, y del sistema endocrino en particular, de una forma aislada, estudiando los sistemas y aparatos como si fueran algo independiente (Dubé et al., 2016) y esto da como resultado que los alumnos no sean capaces de relacionar unos sistemas con otros a pesar de conocer sus funcionamientos (Norooz et al., 2015). En la actualidad, este hecho sigue siendo así en muchos centros educativos. Es decir, se prioriza más el conocimiento a nivel anatómico y no fisiológico del organismo, lo cual hace complejo en los alumnos la relación entre los distintos sistemas y aparatos (Sonia & Carvero, 2018).

Ante esta problemática han surgido distintas propuestas para abordar el tema. Por ejemplo, en el trabajo de Aznar Cuadrado et al. (2016) los autores presentan una unidad didáctica abordando el conocimiento del funcionamiento del cuerpo humano a través de un ejemplo en su propio entorno: una enfermedad infecciosa como es la tuberculosis en uno de sus compañeros. A través de esto, los alumnos tienen que aplicar los conocimientos acerca del sistema inmune que han ido adquiriendo para establecer cómo aproximarse a los hábitos saludables ante dicha enfermedad.

Mediante estas estrategias, los autores consiguen conectar los conocimientos y la práctica y además promocionar en los estudiantes una motivación y un interés puesto que son capaces de relacionar la materia de Biología y Geología con su entorno próximo real. Esto es uno de los retos más importantes puesto que el aprendizaje no puede estar aislado de la realidad del estudiante (Bravo et al., 2016).

Los estudios del abordaje del sistema endocrino y enfermedades endocrinas en didáctica son escasos. En los trabajos de Oviedo Guarín (2015) y Feyto (2016) se diseñan unas propuestas didácticas que intentan aproximar al alumnado el conocimiento del sistema endocrino mediante metodologías más innovadoras para conceptualizar este

sistema como una unidad funcional y no anatómica. En ellos, el sistema endocrino se interrelaciona con otros sistemas como el nervioso; no obstante, y a pesar de que en estos trabajos se relaciona el sistema endocrino con algunas enfermedades más típicas, no se hace referencia al síndrome de ovarios poliquísticos, tan importante no solo para conocer a través de ellas el funcionamiento del sistema, sino también para la alfabetización científica del alumnado. Se puede afirmar, por tanto, que estos estudios son insuficientes y que actualmente existe un número muy pobre de propuestas sobre este sistema.

3. Desarrollo de contenidos

3.1. El sistema endocrino humano. Relación con el sistema nervioso

El sistema endocrino o sistema de glándulas de secreción interna es, fundamentalmente, un sistema de coordinación, regulación y comunicación interna que actúa de forma lenta y se retroalimenta para generar los estímulos necesarios que regulen las funciones orgánicas adaptándolos a su situación. Está encargado de coordinar funciones celulares en áreas como la reproducción, el crecimiento y desarrollo, el ciclo de sueño-vigilia o la regulación de la disponibilidad de energía. Estas funciones las realiza a través de un conjunto de órganos y tejidos del organismo que se consideran secretores porque células especializadas liberan hormonas que –al interactuar con un receptor- sirven de mensajeros químicos ya que van a la sangre o a líquidos tisulares y producen un efecto local o a distancia (Crespo, 2016).

El sistema endocrino guarda cierta relación con el sistema nervioso puesto que aparte de tener un origen evolutivo parecido, ambos se encargan de las funciones de coordinación y regulación (Treguerres, 2005). En ocasiones, el sistema endocrino funciona como brazo de extensión del sistema nervioso. Según Guyton & Hall (2002), el sistema nervioso se encarga de transmitir impulsos nerviosos (potenciales de acción) mediante neurotransmisores a través de los axones neuronales de una neurona hacia otra neurona, células glandulares o células musculares por medio de la sinapsis que los separa. El nombre de esta vía se considera vía nerviosa. El neurotransmisor es liberado desde las vesículas sinápticas en la extremidad del axón de la neurona presináptica hacia la sinapsis atravesando el espacio sináptico y actúa sobre los receptores celulares específicos de la célula diana. Por tanto, el sitio de acción del mediador está cerca del sitio de liberación. El resultado de esta liberación es la excitación o inhibición de otras neuronas específicas, contracción o relajación de fibras musculares y aumento o disminución de la secreción de células glandulares. A este tipo de comunicación donde se libera un neurotransmisor se le conoce como comunicación sináptica. Las respuestas del sistema nervioso son rápidas, breves y muy específicas. Es decir, cuando una neurona libera un neurotransmisor, la respuesta es inminente. Está relacionado con reacciones casi inmediatas y poco duraderas como la psicomotricidad.

En el sistema endocrino, como ya se ha comentado, el mediador químico – hormona- normalmente se libera por células glandulares o células hormonales y este viaja a la circulación sanguínea desde donde llega a la célula diana que, aunque puede estar cerca del punto de liberación, no va a estar inmediatamente cerca a diferencia de lo que ocurre en el mecanismo sináptico. A este tipo de comunicación donde se libera una hormona se le conoce como comunicación endocrina. Las respuestas del sistema endocrino, al contrario que las del sistema nervioso, son lentas, largas y menos específicas. Está relacionado con reacciones duraderas como el desarrollo o crecimiento.

El sistema endocrino se relaciona con el sistema nervioso a través del eje hipotálamo-hipófisis. A este supersistema de control se le conoce como sistema Neuroendocrino. Existe un tipo de comunicación que tiene que ver con los dos tipos comunicaciones: la comunicación neuroendocrina, en la que el mediador es también producido por una neurona. Pero en este caso la hormona se vierte a la sangre y actúa en lugares más o menos distantes de su origen, donde va a ejercer su actividad. A este mediador químico se le denomina neurohormona. Un ejemplo de esta comunicación es el mecanismo que se produce entre hipotálamo e hipófisis (Crespo, 2016). El hipotálamo produce unos factores (neurohormonas) que son vertidos a la sangre y llegan hasta la hipófisis anterior o adenohipófisis.

En la siguiente tabla (**Tabla 1**) se detallan en resumen las diferencias entre un tipo de comunicación y otro:

Tabla 1. Diferencias entre sistema nervioso y sistema endocrino. Elaboración propia.

Características	Sistema Nervioso	Sistema Endocrino
Moléculas mediadoras	Neurotransmisores liberados localmente como respuesta a impulsos nerviosos	Hormonas liberadas a la sangre y van hacia los tejidos o glándulas de todo el cuerpo
Vía utilizada	Nervios	Sangre
Tipos de célula diana	Células musculares, células glandulares, neuronas	Células de todo el organismo
Duración de la respuesta	Corta (milésimas de segundo)	Larga (segundos, horas o días)
Velocidad de la respuesta	Rápida (milésimas de segundo)	Lenta (segundos, horas o días)
Funciones que coordina y regula	Las que exigen respuestas rápidas como locomoción	Las que exigen respuestas mantenidas como crecimiento y desarrollo

3.2. Las hormonas y la comunicación intercelular

Según Barret et al., (2013), las hormonas son mensajeros o mediadores químicos intracelulares que se liberan a la sangre o al líquido intersticial solas (biodisponibles) o asociadas a otras proteínas (que extienden su vida media) a partir de un mecanismo endocrino o neuroendocrino y van hacia una célula diana de una glándula endocrina o de cualquier órgano donde ejercen un efecto fisiológico. Para asegurar la especificidad en la respuesta, la afinidad del receptor en la célula diana por su hormona debe ser mucho mayor que la afinidad que tenga por el resto de las hormonas. Por ejemplo, las hormonas vasopresina y oxitocina son muy parecidas estructuralmente hablando y ambas son capaces de unirse a los dos receptores. Sin embargo, el receptor de la vasopresina en el tubo renal tiene más afinidad por ella que por la oxitocina.

Las concentraciones de las secreciones hormonales son bajas, pero tienen efectos muy grandes. Las llamadas hormonas circulantes pueden permanecer en el torrente sanguíneo minutos u horas y realizar sus efectos al cabo de este tiempo. Las hormonas circulantes se acaban inactivando por el hígado y son secretadas por los riñones al cabo de un tiempo. Si hubiese un fallo en el hígado o riñones se formaría un cúmulo de hormonas o sus productos metabólicos en la sangre que podría ocasionar serios problemas de salud. La secreción hormonal está sujeta a un control de retroalimentación negativo (feedback negativo) que funciona de varias formas. Los circuitos de retroalimentación pueden implicar al eje hipotálamo-hipófisis que detecta cambios en la concentración hormonal y desde ahí se regula la liberación de hormonal permitiendo o inhibiendo la liberación de hormonas por parte de las glándulas endocrinas.

Además de la comunicación endocrina y neuroendocrina, existen otros dos tipos de mecanismos:

- Autocrino: el mediador puede actuar sobre receptores de la propia célula autorregulándose; virtualmente todas las células realizan este mecanismo.
- Paracrino: el mediador químico actúa sobre una célula vecina vía uniones densas o se libera al espacio extracelular y mediante el fluido extracelular actúa sobre otras células vecinas. Este mecanismo se lleva a cabo por ejemplo en la hipófisis anterior, que contiene diversos tipos de células diferentes que se autorregulan en parte por un sistema paracrino.

Los mediadores de estos dos mecanismos no son estrictamente hormonas y se les conoce como factores tisulares locales (Esteo et al., 2007; Lázár-Molnar et al., 2000), aunque en algunas revisiones bibliográficas sí que se les llama hormonas (Cabrera-Gámez, 2016; Kong et al., 2016).

3.2.1. Clasificación química de las hormonas

Se conocen alrededor de 200 hormonas, y según sus características químicas se clasifican en liposolubles (solubles en lípidos) e hidrosolubles (solubles en agua) (Barret, 2013):

- Hormonas liposolubles: son hidrófobas pero solubles en lípidos y por eso en sangre se transportan gracias a proteínas transportadoras. Cuando liberan estas proteínas, atraviesan fácilmente las membranas celulares y actúan en receptores localizados en el citoplasma o a nivel nuclear. Se incluyen las hormonas sexuales (progesterona, estradiol, testosterona...), mineralocorticoides (aldosterona), los glucocorticoides (cortisol) y hormonas tiroideas (T3 y T4).
- Hormonas hidrosolubles: son hidrófilas y se transportan libres por la sangre, pero no pueden atravesar la membrana celular con facilidad. Cuando llegan a la superficie celular, actúan sobre receptores localizados en la superficie de la membrana y dan lugar a la respuesta biológica de la hormona a través de una cascada de mecanismos. Se sintetizan en algunos tejidos como la hipófisis anterior y posterior, el corazón, sistema nervioso central y periférico. Son péptidos (GH), aminoácidos (vasopresina) y derivados de aminoácidos (catecolaminas).

Las hormonas liposolubles se encuentran en sangre en el rango de 10^{-9} y 10^{-6} y las hidrosolubles en el rango entre 10^{-12} y 10^{-9} . Es decir, la concentración de hormonas liposolubles en sangre es mayor que la concentración de hormonas hidrosolubles (Pérez-Rivero, 2005). Esto es debido a que las hormonas hidrosolubles se transportan libres por el plasma (no unidas) y están siempre listas para su fragmentación lo que contribuye a sus vidas medias plasmáticas cortas (1-30 min). Sin embargo, las hormonas liposolubles circulan unidas a proteínas plasmáticas que las hacen menos disponibles para su fragmentación y esto contribuye a sus vidas medias más prolongadas (hasta días en el caso de la tiroxina o T4).

3.3. Las Glándulas endocrinas

Según Crespo (2016) existen ciertos órganos (timo, riñón, gónadas, placenta, páncreas, hígado, estómago, duodeno y corazón), así como la médula ósea, sangre (linfocitos) y el tejido adiposo, que producen hormonas o factores de activación/inhibición, fundamentales en la regulación fisiológica ya que tienen tejido endocrino. Además, son importantes por realizar sus funciones principales. Sin embargo, hay otros órganos que son más específicos del sistema endocrino: las glándulas endocrinas. Todos estos órganos y glándulas endocrinas junto con sus secreciones en conjunto forman el sistema endocrino (**imagen 2**).

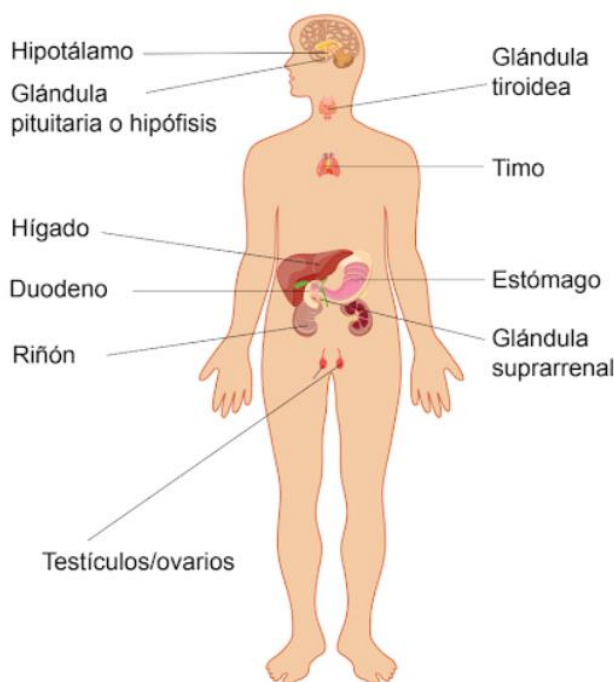


Imagen 2. Órganos y glándulas secretoras que forman el conjunto del sistema endocrino. Imagen tomada de Crespo, 2016.

Las glándulas endocrinas del cuerpo humano son: hipotálamo, hipófisis, glándula tiroidea, glándula paratiroides, glándulas suprarrenales y glándula pineal, aunque esta última tiene efectos escasos en los seres humanos (Clarke, 2015; Crespo, 2016).

3.4. Hipotálamo

El hipotálamo está localizado en la porción anterior del diencefalo formando parte del tronco del encéfalo. Se llama hipotálamo porque se encuentra debajo del tálamo. Está dividido en numerosos núcleos que establecen múltiples conexiones. Está ampliamente innervado e irrigado lo cual le permite dar respuesta a través la secreción neurohormonal (Snell, 2006; Crespo, 2016).

Las funciones del hipotálamo son diversas (Crespo, 2016):

- Controla todas las funciones que controla la hipófisis ya que es el encargado de regular las secreciones hipofisarias. Para cada una de las hormonas de la hipófisis existe un factor liberador del hipotálamo.
- Regula las respuestas conductuales, endocrinas, metabólicas, las respuestas del sistema nervioso autónomo (simpático y parasimpático) para mantener la homeostasis. El concepto de homeostasis se refiere a los mecanismos que actúan para mantener estable el medio interno, a pesar de las variaciones que se produzcan en el medio externo. Un concepto más reciente es el de alostasis: se refiere a la habilidad de adaptarse a los cambios; son las respuestas

adaptativas que tiene el organismo ante un cambio externo importante (McEwen, 2010).

En definitiva, el hipotálamo controla las funciones viscerales automáticas del organismo.

3.5. Hipófisis

La hipófisis o glándula pituitaria cuelga como una especie de apéndice del hipotálamo y está encajada en la base del cráneo en una especie de oquedad que es lo que se conoce como silla turca (Barrett, 2013). Está dividida en dos partes bien diferenciadas con origen embrionario distinto: una porción anterior o adenohipófisis que se origina a partir del ectodermo oral, cuya función es producir hormonas y una porción posterior o neurohipófisis que se origina a partir del sistema nervioso, cuya función es almacenar y secretar las hormonas oxitocina y vasopresina, sintetizadas en el hipotálamo (Clarke, 2015).

3.6. Eje hipotálamo-hipófisis

El eje hipotálamo-hipófisis es un sistema encargado de mantener la regulación de los niveles hormonales hipofisarios. Esta regulación se lleva a cabo por la acción activadora o inhibidora que el hipotálamo ejerce sobre la hipófisis (Hall et al., 2011).

3.6.1. Conexiones hipotálamo-hipófisis

El hipotálamo y la hipófisis se encuentran conectados entre sí a través de dos vías (Barrett, 2013):

- A través de conexiones nerviosas el hipotálamo es capaz de conectar con la hipófisis posterior o neurohipófisis. La neurohipófisis está formada por los axones procedentes de neuronas de los núcleos hipotalámicos paraventricular y supraóptico que envían sus prolongaciones hacia este lugar, de manera que la conexión nerviosa del hipotálamo es directa con la neurohipófisis. Por esta vía, el hipotálamo genera sus propias hormonas las cuales van a ir a almacenarse y posteriormente secretarse en la hipófisis posterior.
- A través de conexiones vasculares el hipotálamo conecta con la hipófisis anterior o adenohipófisis para formar el sistema porta-hipofisario, porque lleva la sangre desde el hipotálamo hasta la hipófisis transportando los factores que produce el hipotálamo donde controlan la secreción hormonal.

El hipotálamo, además, presenta otras muchas conexiones nerviosas tanto aferentes como eferentes con otras partes del cerebro. Controla el sistema nervioso autónomo.

3.6.2. Sistema porta-hipofisario

El hipotálamo conecta con la hipófisis anterior a través de un plexo capilar (imagen 3).

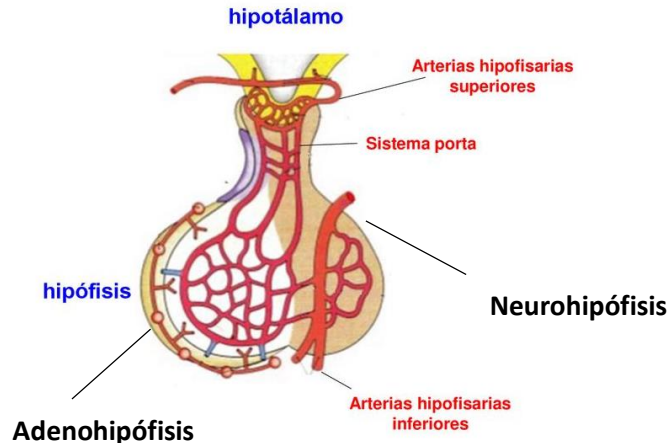


Imagen 3. Sistema porta-hipofisario. Imagen tomada de Ruiz-Ortiz, 2013 con algunas modificaciones.

La irrigación sanguínea del eje hipotálamo-hipófisis corre a cargo de la arteria carótida interna (que se origina a partir de la aorta) que en la hipófisis deriva en la arteria hipofisaria superior y la arteria hipofisaria inferior. A la adenohipófisis llega la arteria hipofisaria superior que forma una auténtica red capilar que confluye en el llamado sistema porta-hipofisario donde se vierte el contenido de los factores del hipotálamo por medio de los vasos portales para llegar a los receptores de estas neurohormonas en la hipófisis anterior, regulando la síntesis y liberación de las hormonas hipofisarias anteriores. Por otra parte, esta red capilar vuelve a confluir en una serie de vasos que van hacia el torrente sanguíneo que permiten a las hormonas adenohipofisarias ir hasta los tejidos donde actúan (Hall et al., 2011). A nivel de la neurohipófisis, a partir de la arteria hipofisaria inferior se forma también un nuevo plexo capilar que rodea a los terminales nerviosos de las neuronas de los núcleos supraóptico y paraventricular, de forma que las neurohormonas que producen estos núcleos pasarán a la sangre en esta red capilar y de ahí pasarán a la circulación general periférica (Hall et al., 2011).

El hipotálamo y la hipófisis ostentan el control central de muchos órganos endocrinos. La irrigación del sistema porta-hipofisario provee un enlace por el que el sistema nervioso central modifica la velocidad a la que se secretan hormonas hipotalámicas específicas hacia los vasos porta de la hipófisis anterior (Snell, 2006).

3.6.3.1. Tipos celulares de la hipófisis anterior

Cada una de las hormonas secretadas por la hipófisis anterior o adenohipófisis se producen de forma preferente en un determinado tipo celular, lo que nos permite distinguir cinco tipos principales de células en la adenohipófisis (Eynard et al., 2008):

1. **Células somatotropas.** La palabra somatotropa etimológicamente significa que tiene tropismo (dirigen, nutren) por el cuerpo en general. Sintetizan hormona del crecimiento (GH).
2. **Células mamotropas o lactotropas.** Tienen tropismo por las glándulas mamarias. Producen prolactina (PRL).
3. **Células tiotropas.** Producen hormona estimulante del tiroides (TSH), que se dirige al tiroides para estimular la producción de hormonas tiroideas.
4. **Células gonadotropas.** Tienen tropismo por las gónadas, testículos y ovarios. Producen dos hormonas: la hormona folículo-estimulante (FSH) y la hormona luteinizante o luteotropa (LH).
5. **Células corticotropas.** Produce diversos tipos de hormonas; la más conocida es la hormona adrenocorticotropa (ACTH), es decir, la que se dirige hacia la corteza suprarrenal. También produce hormona estimulante de los melanocitos (MSH), que se dirige hacia las células de la piel para producir melanina.

3.6.3.2. Hormonas de la hipófisis anterior

La adenohipófisis secreta seis hormonas peptídicas que tienen un papel fisiológico definido junto con los factores hipotalámicos que intervienen en la regulación de la adenohipófisis (Eynard et al., 2008; Hall et al., 2011):

- **Hormona del Crecimiento (GH):** está producida por las células somatotropas. Se dirige a casi todos los tejidos del organismo. Regula el metabolismo y estimula el crecimiento corporal.
- **Hormona Adrenocorticotropa (ACTH):** está secretada por las células corticotropas. Su órgano diana son las glándulas suprarrenales. Estimula la producción de mineralocorticoides (aldosterona), glucocorticoides (cortisol) y andrógenos (testosterona).
- **Hormona estimulante de la tiroides (TSH):** está secretada por las células tiotropas. Su glándula diana es la glándula tiroides. Estimula la síntesis y liberación de las hormonas tiroideas (T3 y T4) y el crecimiento tiroideo.
- **Prolactina (PRL):** está secretada por las células mamotropas o lactotropas. Su órgano diana son las glándulas mamarias. Estimula la producción de leche.
- **Hormona Luteinizante (LH):** está secretada por las células gonadotropas. Se dirige hacia las gónadas. Estimula la ovulación y la formación del cuerpo lúteo, así como la síntesis de estrógenos y progesterona.

- **Hormona Folículo-estimulante (FSH):** está secretada por las células gonadotropas. Se dirige hacia las gónadas. Estimula el crecimiento folicular ovárico, la síntesis de estrógenos y la espermatogénesis.

3.6.4. Control hipotalámico de la hipófisis anterior

Existe una conexión entre hipotálamo e hipófisis que hace que el hipotálamo produzca una serie de factores proteicos (neurohormonas) que vierte hacia el sistema porta-hipofisario de la hipófisis anterior y regulan la liberación de todas las hormonas adenohipofisarias que se han descrito anteriormente. Estos factores proteicos van a ser activadores o inhibidores, es decir, van a permitir la liberación de estas hormonas o la van a impedir. Esta regulación se lleva a cabo a través de múltiples estímulos específicos (Barrett, 2013; Guyton & Hall, 2002) como los estímulos sanguíneos (a través de cambios en la presión sanguínea, contenido de ciertas sustancias en sangre...), factores exógenos (temperatura), ritmos circadianos, estímulos del cerebro (conducta) o del propio hipotálamo (niveles de glucosa, osmolaridad...).

Los factores hipotalámicos (neurohormonas) que inhiben o activan y sus efectos (Barrett, 2013; Guyton & Hall, 2002):

- **TRH** (Thyrotropin-releasing hormone): hormona liberadora de la tirotropina (TRH). Actúa sobre las células tiotropas para producir la hormona estimulante del tiroides (TSH). Para esta hormona, solo se ha identificado un factor liberador y ninguno inhibidor.
- **GRH y GIH:** la GRH (Growth-releasing hormone), también conocida como somatocrimina, es un factor liberador de la hormona del crecimiento (GH) mientras que la GIH (Growth-inhibiting hormone), también conocida como somatostatina, es un factor inhibidor de la hormona del crecimiento (GH). Actúan, por tanto, sobre las células somatotropas para producir o inhibir la producción de la hormona del crecimiento (GH).
- **GnRH** (Gonadotropin-releasing hormone): hormona liberadora de la gonadotropina. Actúa sobre las células gonadotropas estimulando la liberación de las dos gonadotropinas (LH y FSH). Cuando se identificó este factor por primera vez, se vio que estimulaba la liberación de LH; posteriormente se demostró que estimulaba también la liberación de FSH, por ello en la bibliografía se la denomina LH-RH. No se ha identificado un factor inhibidor para estas hormonas.
- **PRH y PIH:** la PRH (Prolactin-releasing hormone) es un factor hipotalámico liberador de Prolactina (PRL) mientras que la PIH (Prolactin-inhibiting hormone) es un factor inhibidor de esta hormona. Ambos factores actúan sobre las células mamotropas para regular la producción de Prolactina (PRL). Aunque inicialmente

se pensaba que la PIH era un verdadero factor inhibidor hipotalámico, posteriormente se supo que se trataba de la dopamina, que igualmente actúa sobre las células mamotropas.

- **CRH** (Corticotropin-releasing hormone): hormona liberadora de la corticotropina (CRH). Actúa sobre las células corticotropas para producir ACTH. Para esta hormona, solo se ha identificado este factor liberador y ninguno inhibidor.
- **MRH y MIH**: La MRH (Melanotropin-releasing hormone) es un factor hipotalámico liberador de la hormona estimulante de melanocitos (MSH) mientras que la MIH (Melanotropin-inhibiting hormone) es un factor inhibidor de esta hormona. Ambos factores actúan sobre las células corticotropas, ya que la MSH, al igual que la ACTH, también se produce por estas células, estimulando o inhibiendo la secreción de esta hormona. Esta hormona actúa sobre los melanocitos aumentando la síntesis de melanina, por tanto, estimula la pigmentación de la piel.

En la **Tabla 2** se propone una síntesis del control del hipotálamo sobre la hipófisis anterior.

Tabla 2. Cuadro resumen de las hormonas de la adenohipófisis, su regulación por factores hipotalámicos, las glándulas donde actúan y las hormonas que secretan en esas glándulas. Elaboración propia.

Factores Hipotálamos	Células hipófisis anterior	Glándula y otros	Hormona periférica o acción
GRH (+) GIH (-)	Somatotropas (GH)	Hígado y otros	Factores de crecimiento o somatomedinas
PRH (TRH)(+) PIH (dopamina)(-)	Mamotropas o lactotropas (PRL)	Glándula mamaria	Lactancia
TRH(+)	Tirotropas	Tiroides	T3, T4
GnRH (+) LHRH	Gonadotropas (FSH, LH) (gonadotropinas)	Testículos Ovarios	Testosterona Estradiol Progesterona
CRH(+)	Corticotropas (ACTH)	Corteza suprarrenal	Mineralcorticoides (aldosterona) Glucocorticoides (cortisol) Andrógenos (testosterona)
MRH (+) MIH (-)	Corticotropas (MSH)	Melanocitos	Melanina

3.6.5. Control por retroalimentación-retroinhibición de la hipófisis anterior (Feed-back negativo endocrino)

En la mayor parte de los casos, la regulación de la secreción hormonal del organismo se ejerce por un mecanismo llamado retroalimentación negativa endocrina (feedback negativo). El mecanismo de control eje hipotálamo-hipófisis anterior-glándula es fundamental a la hora de comprender la regulación de los niveles hormonales en sangre (Guyton & Hall, 2002).

Siguiendo el apoyo de Barret (2013) para comprender cómo funciona este sistema de control, sirvámonos del ejemplo de una hormona concreta: las hormonas tiroideas (**imagen 4**). En una situación normal, el hipotálamo libera TRH (hormona liberadora de tirotropina) que actúa sobre las células tiotropas de la hipófisis anterior induciendo la producción de la hormona estimulante del tiroides (TSH). La TSH actúa sobre la glándula tiroides, incrementando los niveles periféricos de hormonas tiroideas (T3 y T4). Cuando aumentan estos niveles periféricos en sangre de hormonas tiroideas, estas, actúan por retroinhibición mediante el llamado **control de brazo largo** sobre la hipófisis anterior y sobre el hipotálamo reduciendo la producción de TRH y TSH, respectivamente. La consecuencia de esto es que también se reducen los niveles de hormonas tiroideas periféricas (T3 y T4).

También puede suceder lo contrario: cuando por alguna circunstancia disminuyen los niveles de la hormona hipotalámica (TRH) y de la hipofisaria (TSH), disminuirían los niveles periféricos de las hormonas periféricas (T3y T4). Cuando disminuyen las hormonas periféricas, esta disminución es detectada por hipotálamo e hipófisis, que lo que hacen es aumentar el factor hipotalámico e hipofisario para compensar el déficit de hormonas tiroideas. De este modo, se mantiene el equilibrio.

Al igual que se habla de un brazo largo, también se puede hablar de un mecanismo de **control de brazo corto**. Se considera aquel que llevan a cabo las hormonas hipofisarias sobre el hipotálamo: un aumento de la TSH actúa en el hipotálamo induciendo una reducción de los niveles de TRH y viceversa. Finalmente, podemos hablar de un mecanismo de **control de brazo ultracorto**: sería un mecanismo autocrino de control, puesto que un incremento de la TRH, un incremento de la TSH y un aumento de las hormonas periféricas actúan sobre sus propias células productoras, autorregulándolas.

Las alteraciones en estos circuitos de retroalimentación son clínicamente importantes y son fundamentales para el diagnóstico clínico.

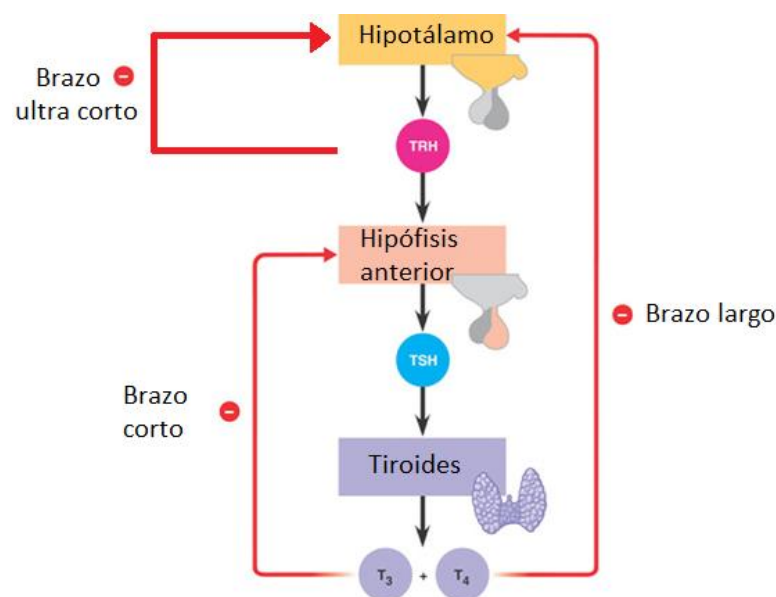


Imagen 4. Mecanismo de control de brazo largo, corto y ultracorto que tiene lugar en la regulación de las hormonas tiroideas. Imagen tomada de Richard, 2016 con modificaciones.

La mayoría de las hormonas se liberan siguiendo un ritmo circadiano (ritmos de 24 horas) que siguen los ciclos ambientales luz/oscuridad o sueño/vigilia. Aunque se ha demostrado que los ritmos circadianos realmente son endógenos y se deben a un control endógeno (el llamado reloj biológico situado en el núcleo supraquiasmático del hipotálamo) (Collins et al., 1984). Superpuesto a ese ritmo circadiano hay una liberación pulsátil de las hormonas, con unos pulsos más o menos amplios, muy importantes a la hora de la función hormonal. No solamente hay ritmos circadianos, también estacionales, que dependen de la estación del año, o ritmos mensuales, como por ejemplo el ciclo ovárico (Hofstra et al., 2008).

3.6.7. Hipófisis posterior o neurohipófisis

La neurohipófisis o hipófisis posterior tiene un origen embrionario nervioso. Se trata de una prolongación del hipotálamo: núcleos hipotalámicos (supraóptico y paraventricular) proyectan sus axones hacia la hipófisis posterior dando lugar a su estructura (Hall et al., 2011). Estos núcleos son capaces de sintetizar y transportar hormonas a través de los axones hasta las terminales axonales que están en la neurohipófisis. Es decir, la neurohipófisis almacena y libera hormonas, pero no las sintetiza. Estas hormonas son la vasopresina (ADH) y la oxitocina (Tortora et al., 2013).

Los axones de estos núcleos hipotalámicos, terminan en una red capilar que se origina a partir de la arteria hipofisaria inferior, procedente de la carótida interna; cuando alcanza la neurohipófisis, la arteria se abre en una red capilar que vuelve a confluir y se dirige hacia el torrente sanguíneo general. Se trata de capilares que permiten el paso de proteínas y de grandes moléculas, gracias a lo cual se permite el

paso de las hormonas oxitocina y vasopresina directamente al torrente sanguíneo (Hall et al., 2011). En la **imagen 3** del epígrafe **3.6.2** se puede observar esto.

En condiciones de reposo, se acumula mucha cantidad de estas dos hormonas en las terminaciones nerviosas de los dos núcleos hipotalámicos que están situados en la neurohipófisis y cuando se transmiten impulsos nerviosos a lo largo de estos axones, las hormonas se liberan inmediatamente y pasan a la circulación sanguínea de la forma que se ha comentado.

3.6.7.2. Hormonas neurohipofisarias

La neurohipófisis libera dos hormonas a partir de los núcleos hipotalámicos: oxitocina y vasopresina.

3.6.7.2.1. Oxitocina

La oxitocina actúa sobre la musculatura lisa del útero y está implicada en la producción de contracciones uterinas al final de la gestación. También se encarga de estimular la producción de leche junto con la prolactina (PRL) en las glándulas mamarias provocando la contracción de las células que rodean las glándulas mamarias. En hombres, la oxitocina parece estar implicada en la erección y eyaculación, conducta sexual y metabolismo esteroideo. Por otra parte, la oxitocina también tiene un papel en la regulación osmótica junto a la vasopresina (Guyton & Hall, 2002).

- **Regulación de la oxitocina (Feed-back positivo)**

Aunque el mecanismo de regulación de la secreción hormonal más frecuente es el de retroalimentación negativa, ocasionalmente, también existen otros mecanismos de control como es el mecanismo de retroalimentación positiva (feedback positivo). Este es el caso de la oxitocina. Durante el parto, la oxitocina estimula las contracciones del útero y su vez las contracciones del útero estimulan más liberación de oxitocina. Es decir que, en el mecanismo de retroalimentación positiva, la respuesta producida por la hormona intensifica el estímulo inicial. Además, el encaje de la cabeza fetal en el cuello uterino causa también este reflejo neuroendocrino que provoca una liberación masiva de oxitocina. Lo mismo ocurre cuando el niño succiona el pezón de la madre: se estimula la liberación de oxitocina y prolactina para estimular la liberación láctea (reflejo de eyección de la leche) (Barrett, 2013). Sin embargo, este reflejo es condicionado puesto que hay varios estudios que demuestran que el propio llanto del recién nacido puede estimular la producción de leche (Tortora et al., 2013).

3.6.7.2.2. Hormona antidiurética o vasopresina (ADH)

La principal acción de la ADH es su efecto antidiurético, es decir, el de conservar el agua en el organismo. Su principal órgano diana es el riñón donde actúa sobre las nefronas controlando la reabsorción de agua en la sangre para conservar. A

consecuencia de esto, aumenta la concentración de orina y reduce su volumen. Por otra parte, la ADH es una fuerte vasoconstrictora. Es importante en la regulación de la presión arterial porque provoca un aumento en la resistencia al paso de la sangre y retiene agua, lo que aumenta el volumen sanguíneo y la presión arterial. También actúa a nivel de las células corticotropas de la adenohipófisis para liberar ACTH, que actúa sobre la corteza suprarrenal para liberar aldosterona. La ADH retiene agua y la aldosterona retiene sodio, aumentando su reabsorción; como el sodio siempre arrastra agua, se trata también de un mecanismo de conservación de agua en el organismo (Thibodeau et al., 2007).

- **Regulación de la ADH**

La síntesis de esta hormona está regulada por los cambios de osmolaridad en sangre (Thibodeau et al., 2007). Si la osmolaridad es alta, se sintetizará más hormona que tendrá como resultado más retención de agua y sodio en el riñón para normalizar la osmolaridad sanguínea y pasará al contrario si la osmolaridad es baja. El umbral de osmolaridad para la estimulación de la sed es parecido al de la ADH. Es por eso que la secreción de la ADH puede dar lugar a la sed para hacer que el cuerpo tenga contenido normal de agua. Hay otros factores que estimulan la liberación de ADH: dolor, ansiedad, nicotina... que pueden provocar la retención de líquidos en el organismo. El alcohol, por su parte inhibe la secreción de ADH y por eso tiene ese efecto diurético y la consiguiente deshidratación que puede provocar tanta sed en el cuadro resacoso.

- **Patologías asociadas a la ADH**

La patología que se produce por ausencia de ADH se conoce como diabetes insípida (Robertson, 2016). Uno de sus signos es la poliuria con una orina muy diluida; asimismo aparece polidipsia (ganas constantes de ingerir agua). A diferencia de la diabetes sacarina, en este caso la orina no es dulce (por ello se denomina insípida). Normalmente va asociada con un síntoma particular, la hemianopsia bitemporal, ya que esta patología se puede producir por tumores que presionan al quiasma óptico, impidiendo la transmisión de las señales de la retina medial (que recoge la información de los campos temporales); por ello, estos individuos pierden la visión de los campos temporales.

3.7. Glándulas endocrinas

Las glándulas endocrinas están formadas por células secretoras rodeadas de tejido conectivo que les proporciona vasos sanguíneos, capilares linfáticos y nervios. La parte secretora de la glándula está constituida por epitelio modificado para poder producir secreciones hormonales, y las hormonas pasan al espacio extracelular situado alrededor de las células secretoras. Existen varias glándulas endocrinas que junto a otros

órganos secretores no considerados estrictamente glándulas endocrinas, forman el sistema endocrino humano (Crespo, 2016).

3.7.1. Glándulas suprarrenales

Las glándulas suprarrenales o glándulas adrenales son unas glándulas endocrinas cuya estructura es piramidal que están ubicadas encima de los riñones y están recubiertas por una cápsula de tejido conectivo (**imagen 5**). Su función es regular la respuesta al estrés.

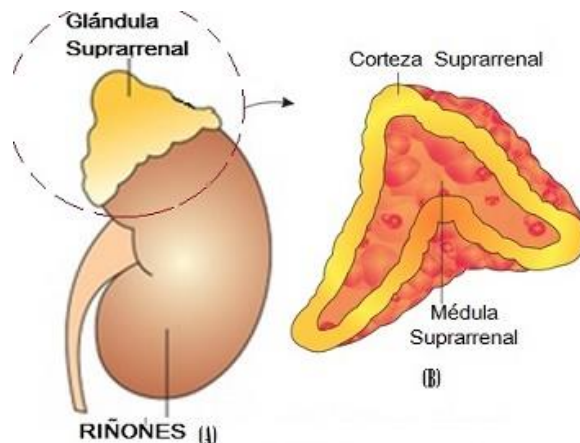


Imagen 5. A. Riñones con glándulas suprarrenales. B. Ubicación de corteza y médula suprarrenal. Extraído de SanAgustín, 2019.

Están formadas por dos estructuras con origen embrionario diferente: una parte más externa llamada corteza y una parte más interna llamada médula. Producen hormonas distintas debido a su origen diferente. La corteza secreta mineralcorticoides (aldosterona), glucocorticoides (cortisol) y andrógenos (testosterona) mientras que la médula secreta adrenalina y opiáceos. Ambas estructuras están innervadas por el sistema nervioso autónomo (Barret, 2013).

- **Mecanismo de acción hormonal**

Según Thibodeau et al. (2007), la hormona adenohipofisaria encargada de activar la secreción hormonal por parte de las glándulas suprarrenales es la ACTH. La ACTH llega a las glándulas suprarrenales donde se une a un receptor (estimulador) que activa una cascada intracelular que da lugar a la producción de glucocorticoides (cortisol), mineralocorticoides (aldosterona) y andrógenos (derivados de la testosterona).

Las acciones de estas hormonas son variadas (Tortora et al., 2013):

- **Cortisol:** Uno de sus efectos principales es aumentar la disponibilidad de glucosa ante una situación de estrés aumentando la glucogenolisis y el catabolismo de las proteínas. Además, el cortisol dispone de la llamada acción permisiva: consiste en que ante una determinada acción sea necesaria la presencia de glucocorticoides como el cortisol para que se ejecute esa acción, aunque no

interviene en la reacción; por ejemplo, el efecto calorígeno de las catecolaminas (adrenalina, noradrenalina) se ejerce gracias a la presencia de cortisol. Los corticoides tienen efectos antiinflamatorios, antialérgicos, antipiréticos (disminuyen la temperatura), analgésicos...

- **Aldosterona:** es el principal mineralocorticoide producido por las glándulas suprarrenales. Actúa sobre el riñón produciendo un aumento en la actividad de la $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPasa}$, dando lugar a un aumento en la reabsorción de sodio y un aumento en la eliminación de potasio. También actúa a nivel cerebral aumentando la presión arterial. La liberación de aldosterona se produce fundamentalmente por una disminución de sodio en plasma (hiponatremia); ante un aumento de potasio en sangre (hipercalcemia); y ante un aumento en los niveles de angiotensina II y angiotensina III.
- **Andrógenos:** estos andrógenos tienen efectos masculinizantes; aumentan el anabolismo proteico, consecuentemente estimulan el crecimiento e intervienen en las funciones reproductoras.
- Además, la ACTH por sí misma tiene otros efectos:
 - Aumenta la pigmentación de la piel ya que estimula los melanocitos para producir melanina.
 - Se localiza a nivel cerebral, donde se sugiere que toma un papel sobre el aprendizaje y la memoria.

- **Regulación de la producción de ACTH**

El factor hipotalámico CRH actúa sobre las células corticotropas de la hipófisis anterior estimulándolas para producir ACTH, que se dirigirá hacia la corteza suprarrenal para producir hormonas suprarrenales como el cortisol. Un mecanismo fundamental de regulación es el feedback negativo: niveles aumentados de cortisol actúan por retroinhibición disminuyendo los niveles de ACTH en sangre. Cuando disminuyen los niveles de cortisol, aumentan los niveles de ACTH.

Otro mecanismo esencial de regulación de la liberación de ACTH es una situación de estrés: aumenta la liberación de CRH y consecuentemente de ACTH. Hay múltiples tipos de estrés: psíquico (situaciones emocionales), sistémico (infección), el dolor (ya sea agudo o crónico). Una respuesta inicial al estrés es la liberación de CRH y consecuentemente ACTH para, entre otras cosas, producir cortisol. Además, ante una situación de estrés también se libera adrenalina que junto con el cortisol van a favorecer la disponibilidad de glucosa en sangre. Si el estrés es agudo, se produce la liberación fundamentalmente de cortisol y adrenalina. Sin embargo, un estrés crónico produce la liberación de cortisol, aldosterona y andrógenos (Thibodeau et al., 2007).

- **Patologías asociadas a la ACTH**

- **Enfermedad de Addison.** Se produce por una destrucción total o parcial de la glándula suprarrenal debida a, por ejemplo, enfermedades autoinmunes, tumores destructores de la glándula, la tuberculosis... Esta destrucción de la glándula suprarrenal da lugar a una disminución de cortisol, lo que hace que aumenten los niveles de ACTH. Si no hay cortisol, estos individuos presentarán hipotensión, debilidad, hipoglucemia, aunque quizás lo más llamativo es la hiperpigmentación, ya que la ACTH estimula a los melanocitos, con lo cual, si está aumentada, aumentará la pigmentación de la piel. A esta enfermedad también se la conoce como *enfermedad bronceada* (Olafsson & Sigurjonsdottir, 2015).
- **Síndrome de Cushing.** Se produce por tumores hipersecretores, que dan lugar a un aumento en la secreción de cortisol. Como consecuencia, hay una disminución de ACTH. Fundamentalmente, debido al aumento de cortisol, estos individuos presentan la característica *cara de luna llena*. Además, tendrán la glucosa en sangre aumentada y tendrán intolerancia a la glucosa. Si aumenta el cortisol, aumenta el metabolismo proteico, con lo que habrá un aumento de aminoácidos libres que tienen que eliminarse, lo que provocará la aparición de cálculos en el riñón. Asimismo, presentarán osteoporosis (Lacroix et al., 2015).

3.7.2. Glándula tiroides

La glándula tiroides (**imagen 6**) es una glándula esencial en el correcto funcionamiento del organismo, el comportamiento y otras facetas de la fisiología. Es la glándula que presenta un mayor tamaño en el organismo y pesa entre 20-25 gramos. Se encuentra situada en la porción anterior del cuello y está constituida por dos lóbulos que se unen por un istmo (Agur et al., 2007). Se encarga de la producción, entre otras, de hormonas tiroideas: T3 (Triyodotironina), T4 (Tiroxina) y T3 inversa que participan en multitud de procesos (Barret, 2013).

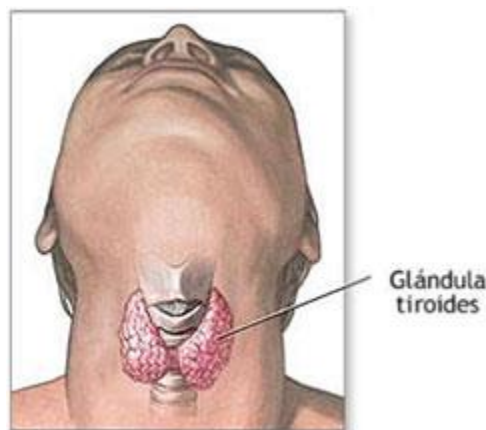


Imagen 6. Glándula tiroides. Extraído de Acosta, 2015.

- **Mecanismo de acción hormonal**

Según Barret (2013), la hormona adenohipofisaria TSH estimula a la glándula tiroides para producir hormonas tiroideas. Para la formación de la T4 y T3 es necesario el aporte del Yodo que se obtiene de la alimentación por lo que un déficit de éste en la dieta podría provocar una patología. Estas hormonas, una vez liberadas por la glándula tiroides, se transportan en sangre unidas a una proteína para protegerlas de su degradación y se aseguran, además, una vida media más larga (hasta 13 días).

Las hormonas tiroideas ejercen funciones en prácticamente todos los órganos y tejidos. Las acciones de estas hormonas se pueden clasificar en (Guyton & Hall, 2002):

- Generales: En general, las hormonas tiroideas aceleran el metabolismo del individuo. Actúan sobre el aparato cardiovascular (aumentan la frecuencia cardiaca), sistema digestivo (aumentan la secreción y motilidad), sistema nervioso (activan el sistema nervioso) y sistema respiratorio (aumenta la frecuencia y amplitud respiratoria).
- Metabólicas: las hormonas tiroideas tienen acción calorígena, es decir, aumentan el estrés oxidativo en la mayoría de órganos y consecuentemente, inducen un incremento de la temperatura corporal. Además, participan en la producción de insulina y glucólisis, en la captación de colesterol y favorecen la síntesis proteica.

- **Regulación de la producción de TSH**

El factor hipotalámico liberador de tirotropina (TRH) estimula las células tirotropas de la adenohipófisis que liberan hormona estimulante del tiroides (TSH), la cual actúa sobre la glándula tiroides dictando los pasos que llevan a la síntesis y liberación de hormonas tiroideas, T3 y T4. Niveles bajos de hormonas tiroideas actuando sobre el hipotálamo y las células tirotropas aumentan los niveles de TSH; sin embargo, cuando aumentan los niveles de hormonas tiroideas en sangre, mediante el mecanismo de retroinhibición, disminuye la hormona estimulante del tiroides. El factor hipotalámico inhibidor es la somatostatina (GIH), que actúa inhibiendo la liberación de TSH en las células tirotropas (Barret, 2013). Además de estos factores, hay otros muchos que actúan aumentando o disminuyendo la liberación de TSH (Guyton & Hall, 2002):

- Ambiente frío estimula la liberación de TSH ya que las hormonas tiroideas intervienen en el metabolismo oxidativo que como consecuencia incrementarán la temperatura corporal. Un ambiente caluroso inhibe la liberación de TSH y consecuentemente disminuye las hormonas tiroideas.
- Otros factores que inhiben la liberación de TSH son los opiáceos, la dopamina, el cortisol y la noradrenalina.

Hay un claro ritmo circadiano en la liberación de las hormonas tiroideas: en condiciones de luz, los pulsos de TSH son de baja amplitud; sin embargo, en condiciones de oscuridad, los pulsos aumentan en frecuencia y en amplitud, de manera que hay un aumento de TSH en las horas de oscuridad.

- **Patologías asociadas a la glándula tiroides**

Principalmente se producen enfermedades tiroideas debido al hipotiroidismo (falta de hormonas tiroideas) o al hipertiroidismo (exceso de hormonas tiroideas) (Vanderpump, 2011):

Hipotiroidismo:

El hipotiroidismo se puede producir por múltiples causas que afecten al tiroides indirectamente: enfermedades de éste que afecten a la formación de yodo, tumores hipofisarios, causas que afecten a la liberación de TSH o causas que afecten al hipotálamo (Alkabban & Patel, 2018). Las consecuencias más importantes del hipotiroidismo dependen de si se ha producido durante la época fetal o durante la adulta.

- Bocio endémico o bocio coloideo. Esta patología es una forma de hipotiroidismo debido al déficit de yodo en la alimentación. Si no se ingiere una cantidad adecuada de yodo con la alimentación, no se produce la formación de hormonas tiroideas, con lo que éstas disminuyen y consecuentemente por un mecanismo de retroalimentación aumentan los niveles de TSH de forma crónica, estimulando de forma crónica al tiroides, que se hipertrofia dando lugar al llamado bocio coloideo. Es una patología frecuente, sobre todo en las zonas montañosas (Arboleda et al., 2018).
- Cretinismo: ocurre si se ha producido en la época fetal por una alimentación deficitaria en yodo por parte de la madre. Da lugar a importantes defectos cerebrales y una disminución del crecimiento (Posada & Arboleda, 2018).
- Mixedema: ocurre si la falta de hormonas tiroideas tiene lugar en el adulto. El individuo presenta: obesidad, cansancio, lentitud física en los movimientos y también intelectual, intolerancia al frío, hipotensión, disminuye el tiempo de reacción a los reflejos, estreñimiento por disminuir su motilidad gastrointestinal... (Posada & Arboleda, 2018)

Hipertiroidismo:

El aumento de hormonas tiroideas da lugar al hipertiroidismo. Como consecuencia, tiene lugar un aumento en la tasa metabólica basal del individuo y del gasto cardíaco. Los individuos hipertiroides se sienten irritables, nerviosos y responden rápidamente a los estímulos. Sudan mucho, están muy delgados, su tracto

gastrointestinal aumenta mucho las secreciones. Presentan también bocio debido a la estimulación del tiroides por la TSH.

La causa más común de hipertiroidismo es la enfermedad de Graves- Basedow o bocio tóxico difuso que tiene un origen autoinmune. Es el propio organismo el que genera anticuerpos que se unen al TSH y dan lugar a la estimulación de la glándula tiroides para que sintetice más hormonas tiroideas dando lugar a un bocio e hiperfunción de la glándula. La incidencia de la enfermedad aumenta con un alto consumo de yodo (Pereira & López, 2018).

3.7.3. Glándula paratiroides

Las glándulas paratiroides son glándulas endocrinas situadas en el cuello localizadas detrás del tiroides. Hay cuatro glándulas paratiroides: dos superiores y dos inferiores (Agur et al., 2007) Secretan una hormona llamada paratiroidea o parathormona que está implicada en la regulación del calcio.

- **Mecanismo de acción hormonal**

La hormona parathormona es hipercalcemiente lo que quiere decir que sus acciones están siempre dirigidas a favorecer la resorción de calcio en los huesos y va a impedir la excreción de Calcio por los riñones. En términos generales, disminuye la cantidad de Calcio en sangre.

Una hormona con acciones antagónicas a esta hormona es la calcitonina, que está secretada por el tiroides. La acción de esta hormona es justamente lo contrario: es hipocalcificante, lo que quiere decir que va a aumentar la cantidad de calcio en sangre debido a que va a inhibir la resorción de calcio en los huesos y va a permitir la excreción de calcio por los riñones (Tresguerres, 2005).

- **Regulación del Calcio**

La regulación del calcio en el organismo se lleva a cabo mediante la alternancia de la liberación o inhibición de estas dos hormonas, entre otros factores: cuando los niveles de calcio en sangre son bajos, se produce la síntesis de parathormona y se inhibe la síntesis de la calcitonina. Sin embargo, la calcitonina es secretada en respuesta al aumento de la concentración plasmática de Calcio para disminuir estos niveles. A su vez se inhibe la secreción de parathormona.

3.7.4. Páncreas endocrino

El páncreas es una glándula mixta constituida por una porción exocrina y una porción endocrina. La porción endocrina se localiza fundamentalmente en la cola del páncreas y su unidad funcional la constituyen los islotes de Largenhans. Son unas estructuras con diferentes tipos celulares que interrelacionan entre sí y que producen distintos tipos de hormonas: insulina, glucagón y somatostatina (Agur et al., 2007). Estos

grupos celulares están muy ricamente irrigados y además muy bien enervados por el sistema nervioso autónomo tanto simpático como el parasimpático. El simpático estimula la producción de glucagón e inhibe la de insulina y parasimpático estimula la liberación de insulina e inhibe la del glucagón. La función principal del páncreas endocrino es la de regular la glucemia o los niveles de glucosa en sangre (Barrett, 2013).

- **Regulación de la glucemia**

La glucemia, es decir, el nivel de glucosa en sangre está regulada por estas dos hormonas, insulina y glucagón, que actúan de forma contrapuesta (Crespo, 2016).

El elemento regulador en la secreción de insulina y glucagón son los niveles de glucosa en sangre (glucemia). La glucosa actúa directamente sobre las células de los islotes pancreáticos estimulando la secreción de insulina. La insulina tiene como acción fundamental la introducción de glucosa en las células, por lo que se dice que es hipoglucemiante. Además, la insulina es anabolizante: por ejemplo, favorece la formación de glucógeno en el hígado. Cuando aumentan los niveles de glucosa en sangre, se favorece la liberación de insulina que introduce la glucosa fundamentalmente en las llamadas células glucosensibles para producir glucógeno. Estas células son los hepatocitos, adipocitos y en las células musculares. En cuanto a los lípidos, es lipogénica, ya que favorece la formación de lípidos. Con respecto a las proteínas, favorece la síntesis proteica. Por todo ello, en general se dice que es anabolizante.

La secreción de insulina está mediada por los niveles de glucosa en sangre en un margen muy estrecho. Cuando la glucosa en sangre aumenta por encima de 110 mg/100 ml, se estimula la liberación de insulina. Sin embargo, cuando la glucosa disminuye por debajo de 80 mg/100 ml, se inhibe la secreción de insulina. Además, el sistema nervioso simpático es inhibidor de la secreción de insulina y el parasimpático la estimula. El propio glucagón también actúa estimulando la liberación de insulina (ya que los niveles de glucosa están aumentados), y la insulina estimula la liberación de glucagón. El glucagón por su parte es hiperglucemiante, ya que aumenta los niveles de glucosa a partir del glucógeno hepático. Por tanto, podemos considerar que el hígado es un órgano amortiguador de los niveles de glucosa en sangre: cuando se necesita glucosa, se obtiene a partir del glucógeno hepático y cuando sobra, es almacenada en forma de glucógeno hepático.

Al contrario que la insulina, el glucagón es una hormona catabolizante: moviliza los depósitos de glucosa, lípidos y proteínas, aumenta la lisis proteica, los ácidos grasos en sangre... Por otro lado, actúa de forma inversa a la insulina: un aumento por encima de 110 mg/100 ml inhibe la liberación de glucagón y una disminución por debajo de 80 mg/100 ml estimula la liberación de glucagón. El sistema nervioso simpático en este caso actúa estimulando la liberación de glucagón a través de la adrenalina, que moviliza los depósitos hepáticos de glucosa; por su parte, el sistema nervioso parasimpático inhibe

la liberación de glucagón. Además, la insulina inhibe la liberación de glucagón, al igual que la somatostatina.

- **Patologías principales: diabetes mellitus**

La función fundamental de la insulina es introducir glucosa en las células, que es el principal sustrato de energía. Si falta glucosa en las células debido a una falta de insulina, las células tienen que recurrir a otras fuentes de energía. La falta de insulina produce el cuadro clínico conocido como diabetes *mellitus*. Los síntomas fundamentales de la diabetes son muy variados: se dice que la diabetes es la "enfermedad de las P", ya que los individuos presentan poliuria (gran volumen de orina), polidipsia (beben mucho porque está estimulado el centro de la sed), y también presentan pérdida de peso a pesar de la polifagia. Además, los individuos diabéticos presentan hiperglucemia: cuando la glucosa en sangre alcanza unos determinados niveles, la glucosa rebosa en el riñón y se produce una situación de glucosuria (aparición de glucosa en orina). Como la célula debe recurrir a otras fuentes de energía, aumentan los ácidos grasos en sangre y por consiguiente aumentan los cuerpos cetónicos, dando lugar a cetosis. Los cuerpos cetónicos son unos ácidos fuertes que producen acidosis plasmática. A consecuencia de la gran poliuria, los individuos pueden presentar deshidratación. Si la diabetes no está correctamente compensada, incluso puede llegarse a una situación de coma diabético (Aune et al., 2018; Barrett, 2013; Crespo, 2016).

- Tipos de diabetes y causas (Crespo, 2016):
 - La diabetes se puede producir por falta total de insulina (**tipo I**). En ella, el individuo no tiene células funcionales que puedan secretar insulina; por ello, al no haber otro factor capaz de introducir glucosa en la célula, el individuo requiere insulina exógena para sobrevivir. Clásicamente se ha pensado que la causa fundamental de la diabetes tipo I es de origen genético; hoy día se relativiza esto y se piensa que la diabetes tipo I se debería a la acción de agentes infecciosos o tóxicos en personas genéticamente predispuestas, por lo que en este tipo de personas se requeriría la acción de determinados agentes infecciosos o tóxicos (Molina et al., 2019)
 - **La diabetes tipo II** por su parte hace que el 85% de los individuos que la padecen presenten obesidad. Esta patología se caracteriza por la existencia de algunas células funcionales secretoras de insulina de los islotes de Langerhans, pero de la mayoría no funcionales; además, existe una resistencia periférica a la acción de la insulina. Se sabe que el aumento en la adiposidad incrementa la resistencia a la acción de la insulina. Se consideraba que era adquirida, pero hoy día también se piensa que tiene algún componente genético (Sánchez et al., 2018)

3.7.5. Gónadas: ovarios y testículos

3.7.5.1. Ovarios

Los ovarios son glándulas mixtas que en su parte endocrina son capaces de producir hormonas que intervienen en la función reproductora femenina. Anatómicamente (**imagen 7**), se trata de dos cuerpos ovalados alojados en la cavidad abdominal. Están constituidos por dos regiones bien diferenciadas (Agur et al., 2007):

- Porción posterior: a partir del fondo uterino se originan las trompas de Falopio, que terminan en una especie de dedos denominados fimbrias, que engloban a los ovarios.
- Porción anterior: la porción interna anterior del útero recibe el nombre de cuello uterino y el borde anterior del útero que se abre a la vagina es lo que se conoce como cérvix.

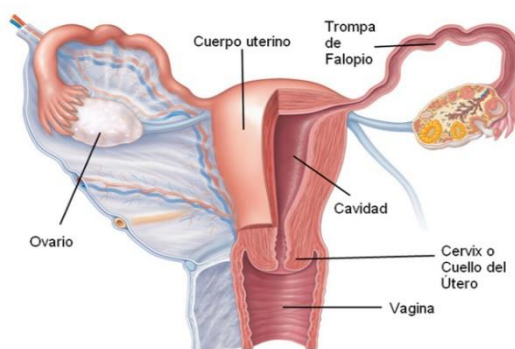


Imagen 7. Anatomía ovárica (Dueñez, 2010).

La función endocrina de los ovarios es la de secretar las hormonas sexuales femeninas; estradiol y progesterona, que son las responsables de los caracteres secundarios femeninos y los responsables de la regulación del ciclo menstrual. También es capaz de estimular la secreción de andrógenos, pero en mucha menos cantidad en condiciones normales (Drake et al., 2010).

- **Ciclo menstrual**

Desde la pubertad hasta la menopausia, el ovario produce una serie de secreciones hormonales cíclicas que conforman el llamado ciclo menstrual (**imagen 8**) y tienen el fin de preparar al organismo para la fecundación y posterior embarazo o menstruación en el caso de que el embarazo no tenga lugar. En este ciclo se desarrollan los gametos femeninos (óvulos u ovocitos). Dicho ciclo suele durar alrededor de 28 días y en él solamente madura un óvulo por parte de un único ovario (Crespo, 2016).

Ciclo Menstrual

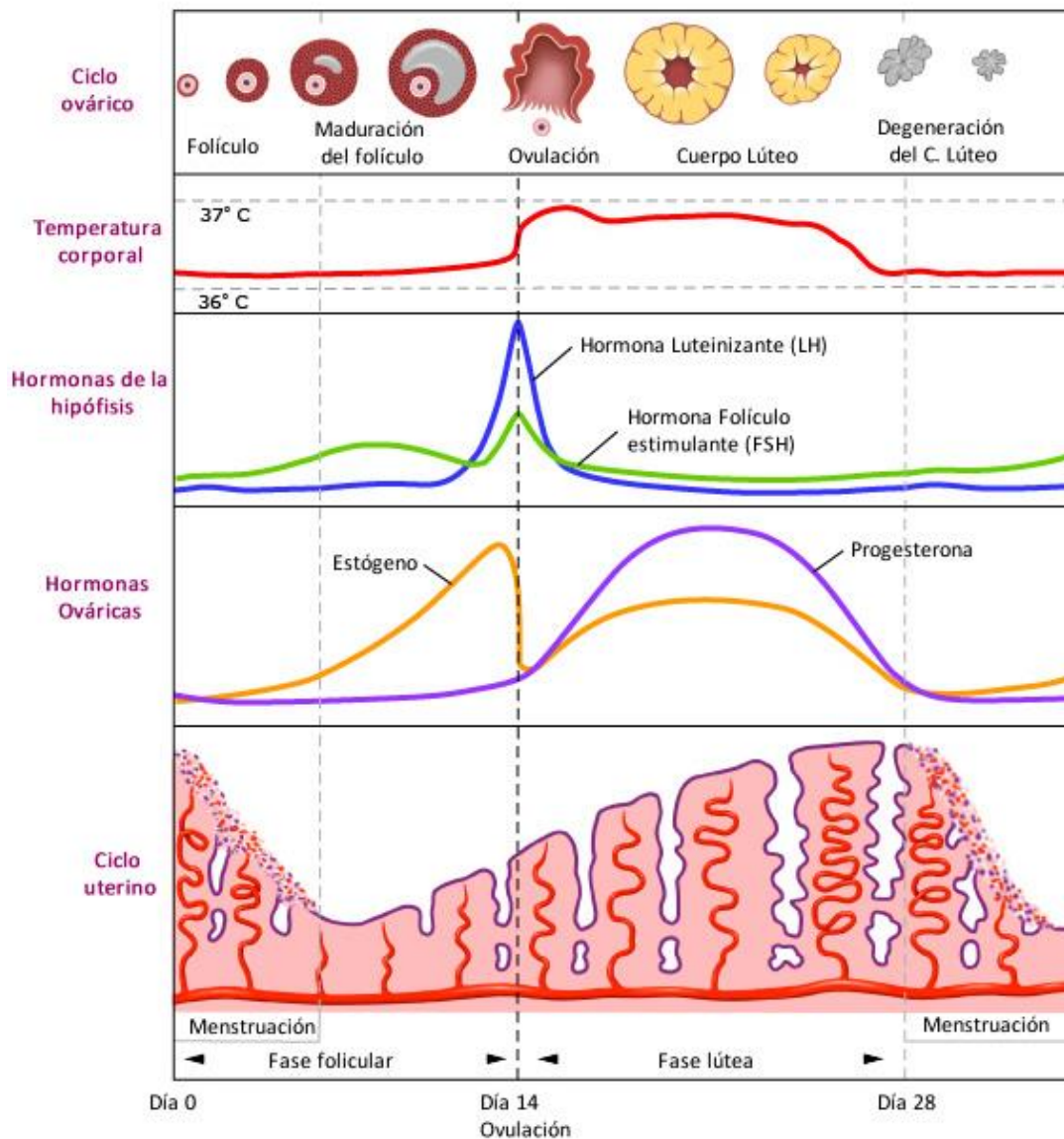


Imagen 8. Ciclo menstrual. Extraído de Portal Educativo, 2009.

El ciclo menstrual consta de dos fases (Drake et al., 2010; Roca, 2005) donde participan las hormonas folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH):

- **Fase de maduración folicular:** En esta fase se produce el crecimiento del tejido uterino (endometrio). Hacia el primer día de la menstruación (se considera el primer día del ciclo) comienza el desarrollo de los folículos en los ovarios, donde se desarrollan varios folículos ováricos, aunque solamente uno llegará a madurar. Esta acción viene dada por la liberación masiva de FSH por parte de la adenohipófisis que a su vez estimula en el ovario la producción de estrógenos para engrosar el endometrio del útero. También se libera testosterona, pero en mucha menos cantidad. Hacia el día 14 se alcanza un nivel máximo de estrógenos y la adenohipófisis empieza a secretar menos FSH y mucha más

cantidad de LH (pico ovulatorio) que estimula la secreción de progesterona para da lugar a la ovulación. El folículo que ha madurado se rompe y expulsa un oocito que se empieza a irrigar y forma el llamado cuerpo hemorrágico que viaja por las trompas de Falopio hasta el útero. Si no encuentra un espermatozoide en un intervalo de 24 horas, acaba degenerando; si lo encuentra, se produce la fecundación.

- **Fase lútea.** Esta fase dura desde que se produce la ovulación hasta la menstruación (unos 15 días). En esta fase, el cuerpo hemorrágico se transforma en el cuerpo lúteo (formado por lípidos) el cual permanecerá hasta que se produzca la menstruación o embarazo (hasta 5 meses). Los primeros días de esta fase, hay una gran cantidad de progesterona en sangre producida por el cuerpo lúteo. La formación de este cuerpo está estimulada por el pico de FSH-LH. La progesterona hace receptivo al endometrio vascularizándolo para permitir la implantación del cigoto en caso de embarazo. Si no se produce fecundación, los niveles de progesterona caen y el cuerpo lúteo se acaba expulsando junto con la pared endometrial (que se había ido engrosando y estaba fuertemente irrigada) produciendo un sangrado vaginal en la menstruación, comenzando así un nuevo ciclo. Si el óvulo es fecundado, se implanta en el endometrio y se siguen produciendo niveles de estrógenos y progesterona hasta la formación placentaria.

- **Regulación del ciclo menstrual.**

La función ovárica se encuentra regulada por el factor hipotalámico GnRH que se libera hacia la hipófisis anterior de forma pulsátil para que se produzca una correcta liberación de las gonadotropinas (LH y FSH) por parte de las células gonadotropas.

La FSH es necesaria para la maduración folicular inicial. Para la maduración folicular final se necesitan tanto FSH como LH. La ovulación se produce por un pico elevado de LH, y es la LH la encargada de actuar durante toda la fase lútea manteniendo el cuerpo lúteo.

Durante la fase folicular, hay niveles bajos de progesterona y niveles constantes (aunque más elevados) de estrógenos. Esto se mantiene gracias a la retroalimentación negativa. Aproximadamente 24 horas antes de que se produzca la ovulación, hay un pico elevado de estrógenos. Una vez que tiene lugar la ovulación, la progesterona aumenta de forma marcada, con lo cual sus niveles son más elevados que los de estrógenos. Durante la primera parte de la fase folicular, hay niveles elevados pero mantenidos de estrógenos: esos niveles mantienen una liberación más o menos constante de gonadotropinas, de manera que durante la fase folicular tendremos niveles elevados pero constantes tanto de FSH como LH.

Al llegar a la mitad del ciclo, el pico elevado de estrógenos es el responsable de la masiva liberación de LH que será la que produzca la ovulación. Del mismo modo, también hay un pico, aunque mucho menor, de FSH en este momento.

Durante la fase lútea hay niveles elevados y más o menos constantes de esteroides (progesterona y estrógenos), que ejercen un efecto retroinhibitorio sobre la hipófisis, manteniendo en niveles constantes a la FSH y LH. En definitiva, niveles constantes de esteroides ejercen un efecto retroinhibitorio; por el contrario, una elevación transitoria de los estrógenos tiene un efecto de retroalimentación que es el que provoca el pico de LH responsable de la ovulación.

3.7.5.2. Los testículos

Los testículos son glándulas mixtas encargadas de producir espermatozoides y que en su parte endocrina son capaces de producir hormonas (andrógenos) que intervienen en la función reproductora masculina. Anatómicamente, se trata de un par de estructuras ovaladas que se encuentran en el interior de las llamadas bolsas escrotales por fuera de la cavidad abdominal. Están formados por múltiples lóbulos integrados por túbulos espermáticos denominados túbulos seminíferos, donde ocurre la producción de los espermatozoides (Agur et al., 2007). Los testículos son capaces de producir testosterona para estimular la espermatogénesis e influir en el desarrollo de caracteres secundarios masculinos (Guyton & Hall, 2002).

- **Mecanismo de acción hormonal**

La testosterona es sintetizada por los testículos por la acción de la FSH y la LH y ejerce amplios efectos sobre el organismo tanto en los órganos sexuales como en otros lugares: desarrolla todas las funciones de los andrógenos y aumenta el anabolismo. Se pueden distinguir dos periodos de actuación de la testosterona en la vida del individuo (Barret, 2013):

1. Prenatal: actúa en la diferenciación sexual masculina y en la diferenciación sexual cerebral. Estos efectos son irreversibles.
2. A partir de la pubertad: da lugar a los caracteres sexuales secundarios masculinos (vello facial, aumento del grosor somático y óseo, aumento del tamaño pene...) y estimula la producción de espermatozoides (espermatogénesis). Además, junto con los andrógenos suprarrenales estimula la libido, la conducta masculina y la potencia sexual.

- **Regulación de la producción de FSH y LH**

Al igual que el ciclo menstrual, la regulación de la función testicular se lleva a cabo a través de la hormona hipotalámica GnRH, que actúa sobre las células gonadotropas de

la adenohipófisis, produciendo las hormonas LH y la FSH. La LH liberada actúa sobre unas células de los testículos llamadas células de Leydig que producen testosterona. Esta interviene en la regulación hormonal testicular, mediante mecanismos de *feed back* negativo de las gonadotropinas: un aumento de los niveles de testosterona disminuiría los niveles de gonadotropinas.

Por su parte, la FSH también estimula la producción de testosterona, pero actúa a nivel de otras células testiculares: las células de Sertoli. La FSH tiene una regulación diferente a la LH a nivel testicular. La FSH induce en los testículos la formación de una proteína llamada inhibina, que cuando hay un aumento de FSH retroactúa reduciendo la liberación de FSH. La liberación de las gonadotropinas masculinas también se produce de forma pulsátil.

3.7.6. La glándula pineal o epífisis cerebral

Se trata de una pequeña glándula endocrina situada en el ángulo que forma el lóbulo occipital con el cerebelo. Esta glándula secreta melatonina que afecta a la modulación de los patrones sueño/vigilia mediante la información lumínica (Tortora et al., 2013). La información que llega a la glándula pineal acerca de la luz y la oscuridad llega a través de la retina, la cual está conectada con la glándula pineal mediante un complejo circuito (Axelrod et al., 1964). De noche, en condiciones no lumínicas, se estimula la glándula pineal, que libera melatonina (hormona de la oscuridad). Esta hormona pasa a la sangre y actúa sobre sus receptores que están situados a nivel del núcleo supraquiasmático en el hipotálamo. Esta hormona está también relacionada con la reproducción, puesto que, en invierno, como van aumentando las horas de oscuridad y reduciéndose las horas de luz, aumenta la liberación de melatonina, la cual parece estar implicada en la regulación de la reproducción, ya que se cree que inhibe la producción de gonadotropinas; en primavera, aumentan las horas de luz, por lo que disminuyen los niveles de melatonina y parece que se estimula la liberación de gonadotropinas, favoreciendo la reproducción (Reiter et al., 2010).

3.7.7. Glándulas mamarias

Las glándulas mamarias son unas glándulas endocrinas características de las féminas mamíferas, capaces de secretar leche para alimentar a las crías. Son dos estructuras situadas a cada lado de la cara anterior del tórax. Cada mama está compuesta por lóbulos con conductos galactóforos muy ramificados que tienen salidas independientes hacia el pezón (Agur et al., 2007). El crecimiento y la actividad de las mamas femeninas son completamente dependientes de las hormonas, concretamente, de la prolactina y la oxitocina (Tortora et al., 2013).

Según Crespo (2016), la prolactina (PRL) es una hormona adenohipofisaria que actúa sobre las glándulas mamarias ejerciendo ciertas funciones. Su acción inmediata es la

estimulación de la lactancia junto con la oxitocina: estimulan la lactancia durante el puerperio (es el periodo que va desde el parto hasta que desaparecen los cambios fisiológicos que había provocado el embarazo), que oscila en torno a 6-8 semanas tras el parto. Además, interviene en el desarrollo de la glándula mamaria durante el embarazo. Por otro lado, la liberación de prolactina ejerce otras funciones en otros órganos: inhibe la liberación de gonadotropinas, lo que da lugar a la falta de ovulación y que las madres que dan de mamar a sus hijos tardan más en quedarse embarazadas que aquellas que no lo hacen.

Aparte de todas estas acciones, la prolactina también tiene otras acciones relacionadas con la conducta; por ejemplo, se sabe que el comportamiento sexual implica directamente a las hormonas sexuales (esteroides, gonadotropinas y esteroides sexuales). Sin embargo, el comportamiento maternal y paternal implica directamente a la prolactina.

- **Regulación hormonal de la prolactina**

Los factores hipotalámicos implicados en la liberación de prolactina son la PRH o TRH (estimulador) y la PIH o dopamina (inhibidor) que van a ir hacia las células mamotropas de la adenohipófisis para secretar prolactina. Actúa, al igual que la oxitocina, por retroalimentación positiva. El estímulo de succión del lactante es el factor más importante para la liberación de prolactina. La estimulación mecánica del pezón genera un estímulo nervioso que alcanza el hipotálamo en donde se produce una disminución de la secreción de la PIH y, como consecuencia, un aumento en la secreción de prolactina, la cual estimula la síntesis y la producción de la leche. Cuando este reflejo mecánico cesa, la producción de PRL por tanto se inhibe por parte de la estimulación de la PIH y la inhibición de la PRH (Sabonet-Morente et al., 2015).

- **Patologías asociadas a la Prolactina**

En lo que respecta a los tumores hipofisarios la prolactina es la hormona que más frecuentemente aumenta en caso de la existencia de un tumor de este tipo, lo que quiere decir que cuando encontremos una situación de hiperprolactinemia lo primero que hay que descartar es que sea debida a un tumor hipofisario (Rojas, 2017).

3.8. Hormonas adenohipofisarias que no actúan en glándulas endocrinas

3.8.1. Hormona del crecimiento (GH)

A diferencia de las otras hormonas adenohipofisarias las cuales tienen una glándula diana, la hormona del crecimiento no tiene una sola glándula diana, sino que actúa sobre casi todos los tejidos del organismo con el fin de producir somatomedinas o factores de crecimiento (Guyton & Hall, 2002). Las somatomedinas tienen dos acciones principales (Tortora et al., 2013): estimulan el crecimiento y regulan el metabolismo.

- Estimulan el crecimiento en altura por actuación directa sobre el cartílago, induciendo el crecimiento óseo. Además, actúan en general sobre la mayor parte de los órganos induciendo el crecimiento de éstos. El cerebro tiene un crecimiento autónomo independiente de las somatomedinas.
- En lo que se refiere a la regulación del metabolismo, la GH por sí misma y las somatomedinas por su parte actúan como anabolizantes proteicos, favoreciendo la síntesis proteica. El contenido de proteínas corporales por tanto aumenta, mientras que las grasas disminuyen debido al efecto lipolítico de la GH. Como consecuencia de este efecto lipolítico, aumentan los ácidos grasos libres. Además, la GH estimula la eritropoyesis, aumenta la captación ósea de calcio y produce retención renal de sodio.

- **Regulación de la GH**

Según Barret (2013), la secreción de la GH por parte de las células somatotropas de la adenohipófisis está regulada por dos hormonas hipotalámicas: la GHRH, que estimula la liberación de GH y la GHIH, que inhibe la secreción de GH. La liberación de esta hormona se hace de forma pulsátil.

Esta secreción va a estar estimulada o inhibida por diversos factores: las emociones, el estrés, la fiebre, el dolor, el frío y el ejercicio físico intenso estimulan su secreción. Sin embargo, el estímulo metabólico más potente está relacionado con la ingesta de alimentos. La hipoglucemia al igual que ocurre con la insulina, estimula la liberación de hormona del crecimiento; por su parte, la hiperglucemia es inhibidora de la liberación de hormona del crecimiento. Podemos encontrar a lo largo del día, dependiendo de las comidas, variaciones en la hormona del crecimiento. Inmediatamente antes de la ingesta de alimentos (en ayunas) hay un pico de hormona del crecimiento. Al comer, se produce una hiperglucemia, por lo que tras la comida caen los niveles de GH. Actuaría la insulina introduciendo la glucosa en las células, dando lugar a un nuevo incremento de la hormona del crecimiento (Carter-Su et al., 2016).

Una forma de estrés que también interviene en el crecimiento es la anorexia, que actúa aumentando la GH. Por el contrario, la obesidad inhibe su secreción.

Los niveles elevados de GH en plasma inhiben su secreción mediante *feed-back* negativo actuando sobre los niveles de GHRH, inhibiéndolos, y estimulando la GHIH en el hipotálamo. Sin embargo, cada 24 horas la adenohipófisis secreta niveles elevados de GH sin un estímulo conocido.

- **Patologías asociadas a la GH**

La GHRH estimula las células somatotropas para inducir la producción de GH en la hipófisis, para que ésta estimule a su vez la producción de somatomedinas que actuarían

en los tejidos periféricos induciendo el crecimiento. El defecto se puede dar a múltiples niveles (Christiansen et al., 2016):

- Defecto en la **conexión hipotálamo - hipofisaria** o en la **hipófisis**. Da lugar al *enanismo hipotalámico o hipofisario*.
- Defecto en los **receptores para la GH** localizados en el hígado u otros tejidos. El hipotálamo y la hipófisis funcionan correctamente liberando GH, pero ésta no puede actuar porque hay una alteración en los receptores que la reconocen. En este caso, si no se producen somatomedinas o bien están disminuidas, por un mecanismo de retroalimentación aumentarían los niveles de hormona del crecimiento, que no servirían de nada puesto que no tiene receptores sobre los cuales actuar. Se habla de *enanismo de Larón*.
- Defecto en alguna de las **somatomedinas**. Es el caso de los pigmeos africanos. El caso contrario sería el provocado por un tumor hipofisario, que daría lugar a un aumento excesivo de la GH, consecuentemente de somatomedinas y del crecimiento del individuo: se habla de *acromegalia* (adultos) o *gigantismo* (niños).

3.9. Síndrome de ovarios poliquísticos

Debido a que este síndrome regularmente no aparece en los libros de texto y la promoción de esta enfermedad es importante debido a su prevalencia en adolescentes, considero que esta merece una mayor profundidad y atención. Por este motivo tiene un epígrafe más amplio.

El síndrome de ovarios poliquísticos (SOP) es el desorden endocrino más común en las mujeres de edad reproductiva. Su prevalencia en las mujeres de la población europea es de un 20% (Carmona-Ruiz et al., 2015). Es la causa más frecuente de hiperandrogenia en las mujeres. Además, presentan un número de síntomas asociado a trastornos metabólicos: hiperinsulinemia, resistencia a la insulina, dislipemia y obesidad. Anatómicamente, estas mujeres pueden presentar morfología de ovarios poliquísticos, es decir, ovarios llenos de folículos. Se conoce que la prevalencia de este síndrome en la adolescencia es alta, aunque no se conoce bien el número, puesto que los síntomas del SOP a menudo se solapan con los cambios fisiológicos que ocurren a esta edad (Rosenfield et al., 2016).

- **Etiopatogenia**

Aunque en la actualidad se desconoce el origen de la patología, se piensa que puede tener un componente genético y estar relacionada con una alteración en la resistencia a la insulina. A continuación, se exponen las relaciones que demuestran que la resistencia a la insulina está íntimamente relacionada con la aparición de SOP

(McEwen et al., 2018), aunque algunos expertos aún consideran que esta unión no es tan evidente.

Las mujeres con SOP son más resistentes a la insulina y tienen un mayor riesgo de desarrollar diabetes tipo II de comienzo precoz, siendo mayor aún en las pacientes obesas con SOP. La insulina tiene la capacidad de estimular la síntesis de andrógenos por parte de los ovarios, así que un exceso de insulina en sangre, favorecerá más la síntesis de andrógenos y esto tiene varias consecuencias directas sobre el cuerpo humano (Ibáñez, 2016):

- El resultado del exceso de testosterona que se producen en el SOP puede interferir en el ciclo menstrual (**imagen 9**) puesto que inhibe la secreción de estrógenos y progesterona necesarios para la maduración de los óvulos maduros durante la ovulación. Como estos óvulos no maduran como ocurren en los periodos normales, se desarrollan quistes en los ovarios que quedan rodeados por una pequeña cantidad de líquido. A consecuencia de esto, se producen ciclos de amenorrea (no aparece la menstruación) o ciclos de oligomenorrea (la menstruación aparece de forma irregular y poco frecuente). Aunque no todas las mujeres con esta afección tienen este síntoma.

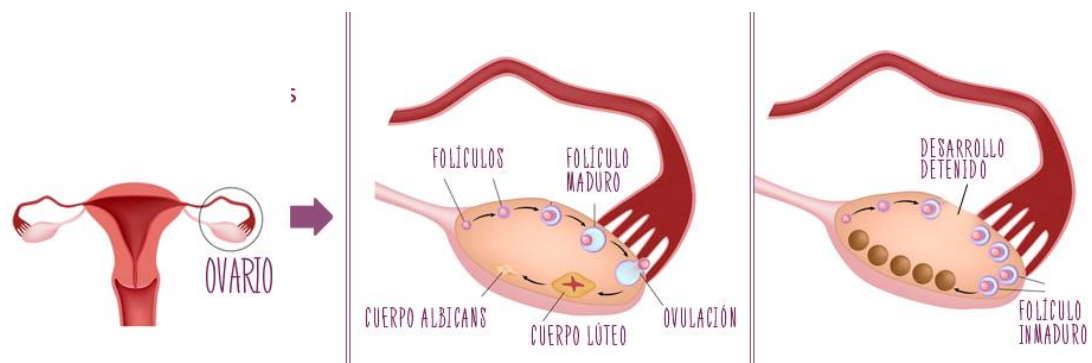


Imagen 9. Síndrome de ovario poliquístico. En la imagen central se observa cómo se produce la maduración normal de los folículos y en la imagen derecha cómo se detiene esta maduración en los ovarios poliquísticos, así como los quistes que aparecen en esta patología. Extraído de Medrano, 2016.

- La hiperandrogenia en las mujeres con SOP está asociada a un peso elevado en la pubertad. La obesidad junto con el exceso de insulina y de testosterona libre producen una estimulación elevada de la producción de andrógenos en el tejido adiposo abdominal que va a dar lugar al hiperandrogenismo. Además, altera la liberación de LH en la maduración del eje hipotálamo-hipófisis provocando un exceso de andrógenos permanente. La consecuencia de esto es la aparición de vello en el cuerpo femenino siguiendo un patrón masculino (hirsutismo), la aparición de acné, en el 5% de los casos alopecia y niveles bioquímicos de andrógenos elevados.

- La insulina, a su vez aumenta los niveles de estrógenos debido a la proliferación de los andrógenos en los tejidos adiposos y como consecuencia de esto, se produce un nivel más elevado de grasa corporal y presenta una dificultad para eliminarla (sobrepeso). La obesidad que presentan estas mujeres suele ser obesidad troncal, considerada un factor de riesgo de hipertensión, diabetes tipo II y enfermedad cardiovascular.
- Problemas de estabilidad emocional
- Por otra parte, las mujeres con SOP también presentan una presión arterial elevada que pueden derivar en problemas cardíacos.

Todos estos factores pueden contribuir a la esterilidad. El diagnóstico normalmente se hace en mujeres de 20-30 años, donde por ejemplo el hirsutismo puede estar ya avanzado, así que es importante diagnosticarla antes para intentar frenar los síntomas. Sin embargo, de estos síntomas en adolescentes solo se debe observar si se produce un hirsutismo progresivo para el diagnóstico ya que el resto de procesos a veces ocurren de manera natural en la pubertad y en la adolescencia un examen intravaginal para ver la morfología ovárica es complicado (Merino et al., 2015).

- **Prevención**

La prevención del SOP consiste en eliminar los factores de riesgo que sean modificables. De ellos, el más importante es la obesidad. Existen evidencias de una correlación entre el SOP y la resistencia a la insulina por lo que se crea un círculo vicioso en el que la resistencia a la insulina causada por la obesidad a su vez favorece aún más la obesidad y todos los síntomas asociados al SOP ya comentados. Se sabe que los cambios de hábitos alimenticios al igual que la metformina (un fármaco para la diabetes tipo II) favorecen la bajada de peso y mejoran los síntomas del SOP. Debido a la relación del peso y la insulina una dieta baja en carbohidratos como una dieta cetogénica adecuada con su consecuente seguimiento médico es el único tratamiento natural demostrado que reduce los niveles de insulina de forma constante y todos los síntomas relacionados con el SOP (Hartmann & McEwen, 2019).

El diagnóstico a tiempo y correcto del SOP en adolescentes es importante para abordar la enfermedad en su estadio más temprano y corregir los síntomas cuanto antes.

4. Enfoque didáctico

4.1. Metodología didáctica: ABP

En la enseñanza de la asignatura de Biología y Geología 3º de la ESO (donde se estudian todos los sistemas anatómicos humanos) en general y en la unidad didáctica del sistema endocrino en particular, el diseño del currículum académico actual es uno

de los principales factores que ocasiona que los alumnos tengan una pobre percepción de los sistemas anatómicos y su fisiología puesto que estudiarlos de forma independiente dificultan el concepto de globalidad y la interrelación que estos poseen entre sí. El sistema endocrino al no tener una unidad anatómica y sí fisiológica dificulta aún más estos conceptos. Por otro lado, esta pobre percepción también se debe a la metodología de enseñanza que se usa en muchos casos para explicar temarios de ciencias: asimilación y retención de conceptos, donde la enseñanza es inductiva y el estudiante tiene un papel pasivo como receptor de conocimiento, sin tener en cuenta sus motivaciones o intereses (Feyto, 2016). Todo ello resulta en una baja calidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje que da lugar a una baja motivación del alumnado por la enseñanza, un porcentaje cada vez menor de elección por parte del alumnado de asignaturas de ciencias, y en última instancia, un incremento en la tasa de abandono escolar (Hernández et al., 2018).

Para esta unidad didáctica, es importante que los alumnos relacionen las patologías del sistema endocrino con el funcionamiento de este, puesto que si se conoce cómo se altera la función, se conoce también cómo funciona. Es decir, es importante que sean capaces de relacionar contenidos prácticos con contenidos teóricos para poder extrapolar el aprendizaje a sus vidas personales y viceversa. Sin embargo, en algunos libros de texto no se relacionan explícitamente las anomalías que tienen lugar en el sistema endocrino que posteriormente provocan la aparición de enfermedades y en menor medida, se dice cómo prevenirlas (Nouvelière et al., 2016). Es importante conocer el funcionamiento hormonal para conocer la patología y es importante conocer la alteración de este funcionamiento para conocer la enfermedad (Feyto, 2016). El traslado al aula de situaciones de enfermedades reales, con las que los alumnos están familiarizados para analizar los mecanismos fisiopatológicos que han tenido lugar para causarlas, no solamente servirá para aprender la función endocrina por parte del alumno con un enfoque distinto a la metodología tradicional, sino también para conseguir una alfabetización científica por parte de los alumnos, que serán futuros ciudadanos con capacidad crítica.

El aprendizaje basado en problemas (ABP) encaja con esta perspectiva. En este tipo de enseñanza se comienza formulando un problema real donde el docente ejerce de guía para llegar a la resolución final del problema (De la Torre, 2015). Se trata de un tipo de aprendizaje activo puesto que el alumno es quien protagoniza la resolución del problema fomentando, además, su pensamiento crítico (Yew et al., 2016).

El ABP tiene un origen en el campo de la medicina, lo cual hace más sencilla su aplicación al aprendizaje del sistema endocrino humano en la materia de Biología y Geología. Esta metodología arranca en la facultad de medicina de la Universidad de McMaster (Canadá) a mediados del siglo XX debido a que los estudiantes de medicina,

pese a poseer conocimientos adecuados en este campo, eran incapaces de extrapolarlos para enfrentarse a situaciones reales (Servant-Miklos et al., 2019). La metodología ha ido siendo susceptible a cambios con el fin de optimizarse lo máximo posible. Estudios recientes realizados sobre el impacto del ABP en el currículo de ciencias muestran resultados ampliamente mejores que con metodologías más tradicionales y teóricas, donde la descontextualización del aprendizaje dificulta su aplicación a la vida real (Argwa et al., 2017).

En el ABP se les da a los estudiantes la oportunidad de resolver problemas en un entorno colaborativo, crear modelos mentales para el aprendizaje y formar hábitos de aprendizaje autodirigidos a través de la práctica y la reflexión. Es decir, en esta actividad se fomenta (Dolmans et al., 2005):

- Pensamiento crítico
- Análisis y resolución de problemas (reflexión y contextualización)
- Autodirección y capacidad para usar recursos de aprendizaje
- Trabajo colaborativo y habilidades sociales
- Aplicación de conocimientos previos
- Aprendizaje significativo (participación activa y experiencia personal)

Las tareas realizadas por ABP suelen ser en grupos donde los alumnos aúnan sus conocimientos previos y son co-autores del trabajo que consiste en resolver un problema que el docente les facilita (en el caso del sistema endocrino bien podría ser una endocrinopatología). A partir de estos conocimientos previos colectivos, los alumnos encuentran recursos para dar sentido al fenómeno, discuten sobre ellos y consolidan este aprendizaje a través de una escritura reflexiva. Es decir, la información final es investigada, aportada o generada por el grupo (Tassone et al., 2018). El papel del docente en esta actividad es de guía: facilita las rutas de consulta de los estudiantes a medida que dan sentido a sus ideas a través de la discusión. También ayuda en el análisis de problemas y al texto final de reflexión (Navy et al., 2019). El trabajo en equipo favorece el compromiso de los integrantes del grupo con la resolución del problema y refuerza más el aprendizaje según las teorías sociales del aprendizaje (Sellers & Akers, 2018) que postulan los méritos de la interacción social en el desarrollo cognitivo.

A modo de resumen, el aprendizaje basado en problemas (ABP) como estrategia pedagógica atrae a muchos educadores porque ofrece un marco de instrucción que apoya el aprendizaje significativo debido a la experiencia de trabajar sobre la resolución de un problema real (Iván et al., 2004). Además, apoya al aprendizaje activo y grupal, basado en la creencia de que el aprendizaje efectivo tiene lugar cuando los estudiantes

construyen y co-construyen ideas a través de las interacciones sociales; así como el aprendizaje autodirigido (Yew et al., 2016).

4.2. Metodología didáctica: ideas previas

En cuanto a los conocimientos previos del alumnado, una tarea que facilita la puesta en común de estos conocimientos por parte del alumno es una evaluación de las llamadas ideas previas o concepciones alternativas al inicio de la unidad didáctica. Las ideas previas son fundamentales porque el conocimiento de los conceptos que tiene el alumnado sobre un fenómeno científico concreto va a influir enormemente en el proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiante. Es importante su consideración para poder modificar y transformar de forma progresiva estos conceptos, que frecuentemente son erróneos, en conceptos científicos cercanos a través de un cambio conceptual para producir un aprendizaje significativo (Ausubel & Novak, 1983; Dávila-Acedo et al., 2017; Pozo-Tamayo et al., 2015). En ocasiones, estas ideas o esquemas mentales carecen de base científica y los ha formado el propio alumno con experiencias vitales propias mucho antes de aprender ciencia en el colegio. Es decir, es habitual que estos esquemas sean equívocos y si no se modifican a través de un conocimiento significativo de la materia, el alumno puede terminar sus estudios con conceptos erróneos o, en el caso de conocimientos relacionados con sistemas anatómicos, sin la posibilidad de interrelacionar conceptos de este ámbito entre sí y sin posibilidad, en última instancia, de poder aplicarlos a la vida cotidiana (Muñoz-Cadavid & Revenga-Sánchez, 2005; Alzate-Mejía et al., 2019).

En los numerosos estudios llevados a cabo a lo largo de los años (Driver, 1988; Kelly, 2016; Núñez et al., 2007; Suárez-Sánchez & Patiño-Marquina, 2003), se ha observado que las concepciones alternativas son perdurables en el tiempo, llegando incluso a etapas universitarias y que el papel del docente en estas ideas es clave para poder modificar conceptos en los alumnos. Con la manifestación de las ideas previas del alumnado, el docente puede saber qué conocimientos previos posee el alumno y a partir de esto, puede conectar con ellos para tratar de realizar un cambio conceptual -si esto fuera necesario- haciendo uso de una metodología conveniente, siendo fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estas ideas a menudo son difíciles de eliminar y para sustituir estas ideas por conocimiento científico es fundamental hacer sentir incómodo al alumno con su idea preconcebida. Los conceptos nuevos deben ser entendidos como certeros y útiles por parte del alumno. De esta forma se hará la sustitución efectiva por la idea científica (Bello, 2014; Hoe et al., 2016).

A pesar de los numerosos estudios llevados a cabo desde hace mucho tiempo, el conocimiento de ideas previas de los alumnos por parte de los docentes se ha ido implementando en los años más recientes y aún es necesaria la introducción de técnicas

novedosas y recursos para trabajar con estos conocimientos alternativos (Sánchez-Torres et al., 2019).

4.3. Metodología didáctica: superación de ideas previas

Existen numerosas metodologías descritas relacionadas con el ámbito científico que resultan óptimas para superar las ideas previas (Pozo, 2016). Entre estas metodologías se encuentra el ABP ya descrito. A pesar de que la metodología más usada en el desarrollo de la presente unidad didáctica sea el ABP, también se va a hacer uso de otras dos metodologías que se dirigen hacia un cambio conceptual de ideas previas en el alumnado:

- Aprendizaje significativo por recepción: en este modelo, descrito por Ausubel en 1978, a diferencia del aprendizaje clásico de transmisión-recepción donde el alumno es un mero receptor de la información pasivo, se tienen en cuenta las ideas previas del alumnado. Es decir, se presenta la información tomando en consideración conceptos que el alumnado ya tenía inmersos en su estructura cognitiva y su lógica interna. Si se considera esto, la transmisión de la información se produce con el fin de que las ideas previas erróneas evolucionen hasta alcanzar los conceptos científicos reales (Díaz et al., 2015).
- Historia de la ciencia: es frecuente que se encuentre paralelismo entre las primeras teorías científicas o entre las primeras concepciones de la ciencia y las ideas intuitivas de los alumnos. A través de la historia de la ciencia se permite conocer cómo ha evolucionado el conocimiento científico y es un instrumento óptimo para inspirar estrategias de enseñanza-aprendizaje con el fin de superar concepciones erróneas de los alumnos (Acevedo-Díaz et al., 2017). A menudo, la historia de la ciencia ofrece anécdotas curiosas que pueden motivar y favorecer el recuerdo del alumnado. También permite ver una dimensión humana de los científicos.

4.4. Relaciones CTS y alfabetización científica

Como se ha comentado, el ABP estimula el pensamiento crítico. El pensamiento crítico según Solbes (2013) es la capacidad de desarrollar una opinión independiente adquiriendo la facultad de reflexionar sobre la sociedad y participar en ella, tiene que abordar cuestiones con implicaciones sociales y/o cuestionar el discurso o intereses de las clases y poderes dominantes. Este concepto está directamente relacionado con la alfabetización científica de la población. La alfabetización científica se refiere a la adquisición de conocimiento científico, la comprensión de los aspectos metodológicos de la ciencia, así como las implicaciones de las interacciones entre ciencia-tecnología-sociedad (CTS) (Ariza et al., 2017). Esta alfabetización surge de la necesidad de preparar a los alumnos para ser ciudadanos con capacidad de intervención social, pensamiento

crítico y criterio ante el aumento del volumen de información al alcance de su mano (Amelotti et al., 2015), que además en ocasiones es fraudulenta y está llena de intereses.

La alfabetización científica se inicia en las primeras etapas escolares e implica la impartición de contenidos curriculares CTS, que tienen como objetivo interdisciplinar aunar las ciencias experimentales y tecnológicas con las humanísticas (Coca, 2016). En el currículo actual español de diversas materias de la ESO y Bachillerato se han identificado contenidos relacionados con la alfabetización científica en función de los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables los cuales se recogen en el Real Decreto 1105/2014 (Vázquez-Alonso & Manassero-Mas, 2016).

Proyección didáctica de la Unidad

La unidad didáctica que se presenta a continuación denominada “El sistema endocrino”, así como su proyección, estarán reguladas bajo la legislación nacional y autonómica vigente para el curso académico siguiente (2019/2020). Esta unidad es obligatoria para todo el alumnado de tercero de educación secundaria obligatoria de acuerdo con el currículum definido por la LOMCE (Ley orgánica para la mejora de la calidad educativa). Se dirige al alumnado de tercero de Educación Secundaria Obligatoria. La programación de la unidad didáctica irá adaptada al contexto del centro educativo en el que se desarrollará, así como al grupo de clase en particular.

5.1. Legislación educativa

La normativa que regula la proyección didáctica de esta unidad incluye tanto leyes nacionales como autonómicas que se complementan:

A nivel nacional:

- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación modificada por la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre es la ley general que regula la enseñanza (LOMCE).
 - Real Decreto 1105/2014 de 26 de diciembre es la normativa por la que se regula la etapa de la E.S.O. Establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato (BOE 03/01/2015).
 - Orden ECD/65/ 2015, de 21 de enero para el desarrollo de las competencias clave. Se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.

A nivel autonómico:

- Ley 17/2007, de 10 de diciembre, de Educación de Andalucía (LEA). Es la ley general de educación de Andalucía.
 - También se tiene que cumplir el Decreto 111/2016, del 14 de junio por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía
 - Así como la Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se

establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado.

5.2. Justificación de la unidad

Siguiendo la legislación vigente nacional (Real Decreto 1102/2014) y autonómica (Orden de 14 de julio de 2016) el bloque central para la asignatura de Biología y Geología del curso académico de tercero de E.S.O es las personas y la salud, así como la promoción de la misma. En esta unidad didáctica se van a desarrollar los siguientes contenidos del bloque dados por la legislación: *Sistema nervioso y sistema endocrino. El sistema endocrino: glándulas endocrinas y su funcionamiento. Sus principales alteraciones.* A través de la enseñanza de esta unidad didáctica, el alumnado será capaz de relacionar funcionalmente el sistema nervioso con el sistema endocrino identificando el órgano o estructura responsable de cada proceso. Además, se pretende que el alumnado asocie e identifique las principales glándulas endocrinas, con las hormonas que sintetizan y la función que desempeñan. También se persigue que se conozcan las principales alteraciones de este sistema, relacionándolas con sus causas, factores de riesgo y su prevención.

Con la impartición de esta unidad se intenta acercar al alumnado los conocimientos científicos con la vida real (relaciones CTS). No solo se busca que el alumno comprenda cómo funciona el sistema endocrino y sus relaciones, sino que además se pretende hacer promoción de algunas enfermedades para poder conocer sus factores de riesgo y tomar decisiones relacionadas con su prevención. Sin embargo, considero que concretamente en esta unidad, hay enfermedades como el SOP, tan frecuentes en adolescentes, de la que no se suele hacer referencia en los libros de texto que podría servir para prevención y promoción de la enfermedad en las adolescentes. Es por ello, que se hará hincapié en el aula en esta enfermedad para conseguir visibilidad tanto en alumnos como en alumnas y, por tanto, favorecer la alfabetización científica en los estudiantes.

El avance de esta unidad didáctica respaldará la adquisición de competencias clave por parte del alumnado, así como la superación de los objetivos siguiendo la normativa estipulada.

5.3. Aspectos generales de la unidad

Etapa educativa: Educación secundaria obligatoria (E.S.O)

Ciclo educativo: Primer ciclo

Curso: Tercero

Asignatura: Biología y Geología

Tipología: Asignatura troncal

Trimestre: Tercero

Bloque de contenidos IV: Las personas y la salud. Promoción de la salud

Periodo de tiempo estimado: 13-27 abril de 2020

Unidad didáctica: El sistema endocrino

Sesiones: 5

5.4. Contextualización

El desarrollo de la presente unidad didáctica está orientada a alumnos de 3º de la E.S.O del instituto Luis Bueno Crespo de Armilla (Granada), un instituto de educación pública.

5.4.1. Contextualización del centro educativo

El centro Luis Bueno Crespo se encuentra situado en las afueras del municipio de Armilla (Granada). Se trata de un municipio donde la actividad económica siempre ha ido asociada a la agricultura, pero en los últimos tiempos, esta actividad se ha diversificado a raíz de la ubicación en el término municipal de centros de investigación médica y tecnológicos adscritos fundamentalmente a la Universidad de Granada.

El instituto a pesar de tener una larga trayectoria e historia, incluso aunque ha tenido distintas ubicaciones, actualmente consta de un edificio amplio reformado en los años 90's que presenta buenas condiciones de mantenimiento. El centro cuenta con aulas distribuidas de manera que la actividad docente y las interacciones que se producen en esta actividad sean las más óptimas. Estas aulas ofrecen una gran diversidad de recursos; están dotadas de pizarras digitales, proyectores, ordenador del profesor, tabletas digitales para los alumnos, libros de consulta y pizarras clásicas. Posee numerosos espacios especializados relacionados con las formaciones profesionales. También dispone de laboratorios de ciencias experimentales y tecnológicos para realizar tareas en cursos de E.S.O y Bachiller. Además, salas específicas para reuniones en general, así como salas para los distintos departamentos en particular. En cuanto a las zonas exteriores: cuenta con amplios patios y jardines dotados de instrumentos donde los alumnos realizan asignaturas relacionadas con el deporte y también disfrutan del recreo.

A continuación, se adjunta un plano (**imagen 10**) donde se observa la distribución de los espacios del centro para el curso académico 2018-2019:

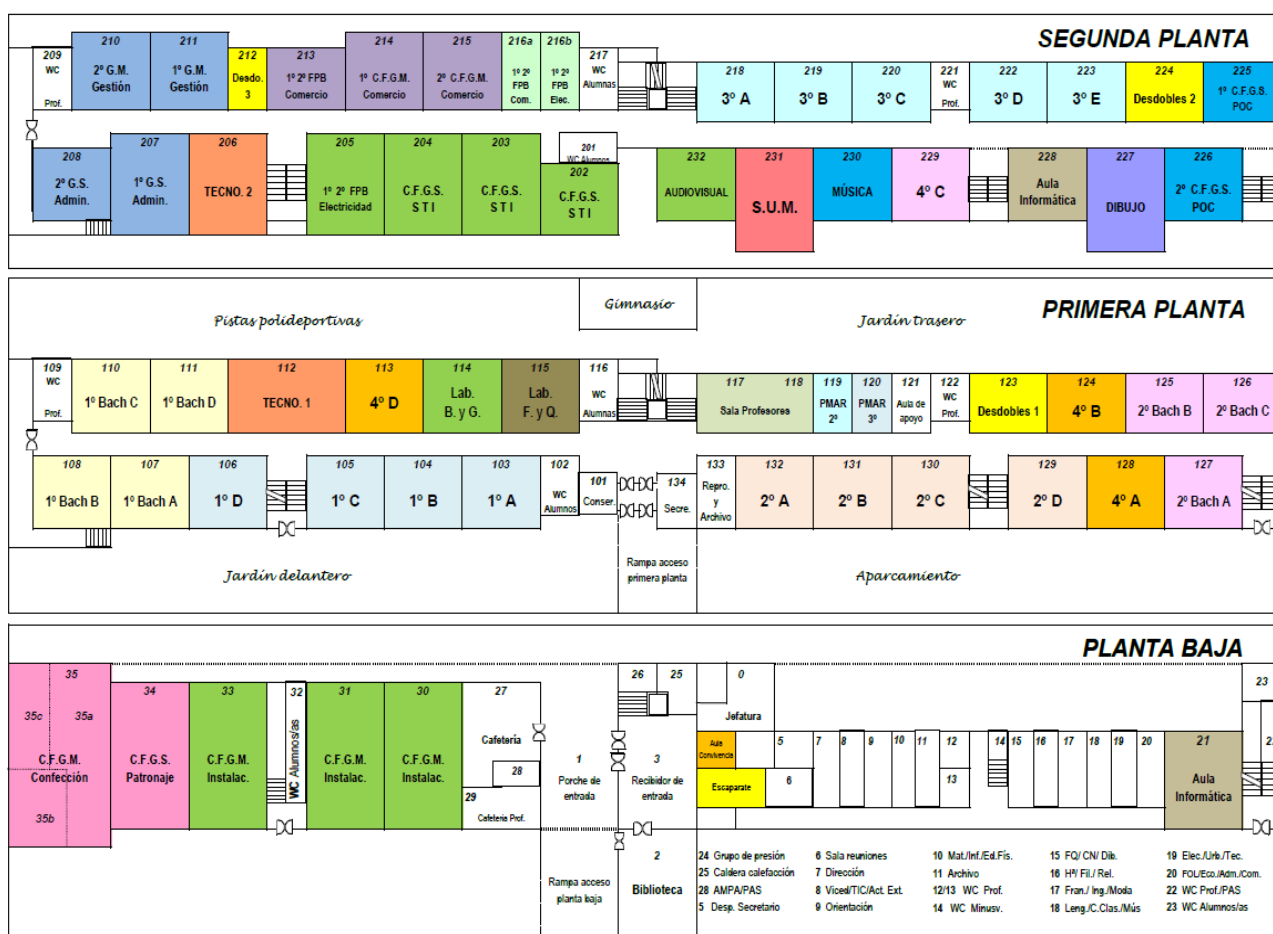


Imagen 10. Plano del I.E.S Luis Bueno Crespo para el curso 2018/2019 (Plan de centro I.E.S. Luis Bueno Crespo, 2018)

5.4.2. Contextualización del alumnado

El número de personas matriculadas en el centro en el curso 2018/2019 ronda los 1300 estudiantes entre formación profesional, E.S.O, E.S.A (Educación secundaria de adultos) y Bachillerato tanto diurno como nocturno.

El origen del alumnado es principalmente de España. Aunque también hay alumnos procedentes de países orientales, del continente africano y de Sudamérica. Existe un número elevado de alumnos de España que son de etnia gitana.

En general las familias del alumnado son de clase media o trabajadora. Hay un porcentaje alto de alumnado que proviene de barrios del municipio o de municipios anejos de carácter trabajador, con familias con menos recursos y algunos de ellos con problemas sociales como el desempleo o incluso drogas y delincuencia. Además, algunas familias de los alumnos migrantes presentan serios problemas para integrarse en la sociedad. El resultado de esto, es que en los cursos de obligada asistencia existen grupos numerosos de alumnos con comportamientos disruptivos debido a su entorno cotidiano

que suele ser desordenado con ausencia de control paterno y núcleos familiares inestables. Todo ello, indudablemente, afecta a la motivación personal que el alumno tiene para el estudio, y las relaciones que establece con los demás compañeros, que son muchas veces, difíciles y conflictivas.

La relación del alumnado con el profesorado suele ser positiva. Sin embargo, se hace complicada en algunos alumnos que presentan comportamientos disruptivos. Estos comportamientos se dan sobre todo en los primeros años de E.S.O. Las relaciones profesor-alumno van mejorando conforme aumentan los niveles escolares.

Las familias del alumnado que normalmente no presentan comportamientos disruptivos participan activamente en la asociación de padres y madres de alumnos y alumnas (A.M.P.A) y en actividades extraescolares ofrecidas por el centro. Además, el perfil de los padres que participan en estos eventos suelen ser también padres que se implican en la educación del estudiante independientemente de sus recursos económicos o formación académica.

En general, se podría decir que el clima en el instituto es complicado en cursos inferiores y más armónico a medida que aumenta la etapa escolar.

5.4.3. Aspectos psicológicos y pedagógicos

En concreto, el curso de 3º de E.S.O que se imparte en el I.E.S Luis Bueno Crespo consta de cinco grupos de 30 personas heterogéneos donde hay aproximadamente un porcentaje equitativo de hombres y de mujeres. No se encuentra ningún alumno con necesidades específicas de atención a la diversidad. Hay varios alumnos en los distintos grupos que destacan por sus buenos resultados académicos y una amplia mayoría que se suelen conformar solamente aprobando la asignatura con calificaciones suficientes. Existe un número total de 21 alumnos absentistas con ningún compromiso con las materias en general.

5.4.4. Contextualización del profesorado

El personal docente lo constituye un total de 108 profesores que se dividen en: 92 profesores por la mañana y el resto trabajan en turno de tarde. El centro cuenta con 22 departamentos didácticos. Este número tan grande es debido a que el centro oferta numerosos módulos de grado superior y grado medio. Además, existen 4 coordinaciones de departamento. El equipo técnico directivo está formado por el director, vicedirector, secretario, dos jefes de estudios y tres jefas de estudios adjuntas.

5.5. Elementos curriculares básicos: objetivos

Siguiendo la definición dada por el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre los objetivos son los referentes relativos a los logros que el estudiante debe alcanzar al

finalizar cada etapa, como resultado de las experiencias de enseñanza-aprendizaje intencionalmente planificadas a tal fin. La jerarquía para la clasificación de los objetivos es la siguiente: objetivos generales de etapa, de área o de la materia y específicos de la unidad didáctica.

5.5.1. Objetivos generales de etapa

Los objetivos generales de etapa se regulan bajo el artículo 23 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, modificada por la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE). Según esto, la Educación Secundaria Obligatoria, contribuirá a desarrollar en los alumnos y las alumnas las capacidades que les permitan:

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 necesaria 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.

La legislación añade a **nivel de comunidad** dos objetivos específicos más de etapa en el Decreto 11/2016, de 14 de junio:

a) Conocer y apreciar las peculiaridades de la modalidad lingüística andaluza en todas sus variedades.

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

5.5.2. Objetivos de área de conocimiento

Los objetivos de área se encuentran en el Real Decreto 1631/2006 de 29 de diciembre por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. La enseñanza en el área de Ciencias de la naturaleza en esta etapa tendrá como finalidad:

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

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 las ciencias de la naturaleza 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 y la tecnología 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.

5.5.3. Objetivos específicos de unidad

La intención educativa de esta unidad es la consecución de los siguientes objetivos:

1. Comparar y relacionar el sistema endocrino con el sistema nervioso (**U1**).
2. Reconocer algún proceso que tiene lugar en la vida cotidiana en el que se evidencia claramente la integración neuro-endocrina (**U2**).
3. Establecer la conexión entre el eje hipotálamo-hipófisis con su regulación y control (**U3**).
4. Identificar el sistema endocrino como una unidad funcional y no anatómica (**U4**).
5. Diferenciar entre hipófisis anterior e hipófisis posterior según las hormonas sintetizadas en cada parte (**U5**).

6. Enumerar las glándulas endocrinas, localizarlas y señalar las hormonas producidas por cada una de ellas y la función que ejercen (**U6**).
7. Identificar algunas enfermedades tanto del contexto del alumno como enfermedades comunes relacionadas con el sistema endocrino, relacionándolas con sus causas, factores de riesgo y su prevención (**U7**).
8. Conocer enfermedades endocrinas con prevalencia en adolescentes y su prevención (**U8**).
9. Reflexionar sobre la relación que existe entre cambios hormonales y el estado anímico de las personas en la adolescencia (**U9**).

5.6. Elementos curriculares básicos: competencias clave

Conforme a la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato, las competencias clave del currículo que van a trabajarse en la materia de Biología y Geología son siete:

- Comunicación lingüística (**CL**): se abordará a través de trabajos escritos, debates y exposiciones orales. Se tendrá en cuenta la correcta transmisión de las ideas, la precisión de los términos utilizados y la expresión clara y concisa de los conceptos y sus relaciones. Debido a que en el sistema endocrino se utiliza una terminología formal, se favorece la familiarización con el lenguaje científico.
- Competencia Matemática y Competencias básicas en Ciencia y Tecnología (**CMTC**): esta es la competencia principal en la materia de Biología y Geología. Esta competencia se trabajará en la presente unidad didáctica a través del aprendizaje de conceptos científicos y la interrelación que existe entre los mismo. Además, se abordará con la observación del sistema endocrino y su relación con patologías.
- Competencia Digital (**CD**): se abordará mediante simulaciones virtuales y mediante el uso de recursos de las tecnologías de la información y comunicación (TICs) tales como páginas webs de donde el alumnado obtendrá información necesaria para elaborar su trabajo.
- Aprender a Aprender (**CAA**): a esta competencia se llegará mediante la independencia del alumnado a la hora de elaborar un trabajo científico siguiendo la metodología ABP. Gracias a esto, el alumno obtendría un aprendizaje

autónomo trabajando su creatividad, capacidad analítica, iniciativa y criterio propio.

- **Competencias Sociales y Cívicas (CSC):** en esta unidad se pretende alcanzar esta competencia a través de la alfabetización científica del alumno, es decir, a través de la transmisión del conocimiento científico de forma efectiva para que sea capaz de tomar decisiones fundamentadas en el futuro con el fin de que en el futuro sean ciudadanos con intervención social.
- **Sentido de la Iniciativa y Espíritu Emprendedor (SIEP):** esta competencia se trabajará en la presente Unidad Didáctica a través del aprendizaje activo propuesto, dando la oportunidad al alumnado de aportar ideas y mejoras durante los proyectos que se lleven a cabo.
- **Conciencia y expresiones culturales (CEC):** esta competencia se abordará a través de la concienciación del contexto científico que rodea al alumnado en la provincia de Granada. Concretamente en la propia localidad de Armilla, cerca del centro escolar, existe un gran tejido empresarial de carácter científico de la provincia de Granada, el llamado Parque Tecnológico de la Salud (PTS) donde se realizan investigaciones científicas de diversa índole. El alumnado tendrá que indagar si existen investigaciones científicas relacionadas con el sistema endocrino tanto en el PTS en particular como en la provincia de Granada en general.

Estas competencias serán trabajadas en clase y con el fin de mantener una coherencia curricular, se relacionarán con los objetivos de etapa, área y unidad didáctica, así como con los contenidos y actividades a realizar.

En la **Tabla 3** se puede observar una relación de las competencias clave (CC.C) con respecto a los objetivos: objetivos generales de etapa (O.G.E), objetivos generales de área (O.G.A) así como los objetivos específicos de la unidad didáctica que se está desarrollando.

Tabla 3. Relación entre objetivos y competencias clave

Objetivos específicos de Unidad didáctica	CC.C	O.G.E	O.G.A
Comparar y relacionar el sistema endocrino con el sistema nervioso (U1).	CL, CMTC, CAA	e, f, h	3
Reconocer algún proceso que tiene lugar en la vida cotidiana en el que se evidencia claramente la integración neuro-endocrina (U2).	CL, CMTC, CAA	e, f, h	3, 4
Establecer la conexión entre el eje hipotálamo-hipófisis con su regulación y control (U3).	CL, CMTC, CAA	e, f, h	3
Identificar al sistema endocrino como una unidad funcional y no anatómica (U4).	CL, CMTC, CD, CAA	e, f, h	3, 4
Diferenciar entre hipófisis anterior e hipófisis posterior según las hormonas sintetizadas en cada parte (U5).	CL, CMTC, CAA	e, f, h	3
Enumerar las glándulas endocrinas, localizarlas y señalar las hormonas producidas por cada una de ellas y la función que ejercen (U6).	CL, CMTC, CD, CAA,	e, f, h	3, 4
Identificar algunas enfermedades tanto del contexto del alumno como enfermedades comunes relacionadas con el sistema endocrino, relacionándolas con sus causas, factores de riesgo y su prevención (U7).	CL, CMTC, CAA, CSC, SIEP, CEC	d, e, f, g, h, k	1, 2, 3, 5, 6, 7, 9
Conocer enfermedades endocrinas con prevalencia en adolescentes y su prevención (U8).	CL, CMTC, CAA, CSC, CEC	d, c, e, f, h, k	1, 3, 5, 6, 7, 9
Reflexionar sobre la relación que existe entre cambios hormonales y el estado anímico de las personas en la adolescencia (U9).	CL, CMTC, CAA, CSC,	d, c, e, f, h, k	3, 5, 7

5.7. Elementos curriculares básicos: contenidos

Los contenidos son aquellos conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que favorecen el alcance de los objetivos de cada enseñanza y etapa educativa, así como a la adquisición de competencias. Definen el “qué enseñar”. Esta definición, así como los propios contenidos relacionados con esta unidad didáctica vienen descritos en el Real Decreto 1105/2014 de 26 de diciembre por el que se establece el currículo básico de la E.S.O y bachillerato.

Para la impartición de esta unidad didáctica en concreto, los contenidos se van a clasificar en tres grupos:

- Contenidos conceptuales. Se refieren al saber
- Contenidos procedimentales. Se refieren al saber hacer.
- Contenidos actitudinales. Se refieren al saber estar y saber ser.

A pesar de que estos tres tipos de contenidos sí que estaban recogidos en la anterior ley de educación (LOE), en la actual ley de educación (LOMCE) los contenidos no se dividen en tres grupos y se habla de contenidos en general. Sin embargo, considero útil y fundamental la aplicación de estos tres tipos de contenidos en el desarrollo de la unidad puesto que son tan importantes los contenidos conceptuales como los otros dos tipos.

5.7.1. Contenidos conceptuales (CC)

1. El sistema endocrino y el sistema nervioso (**CC1**).
2. Anatomía, fisiología y regulación del sistema endocrino (**CC2**).
3. Las glándulas endocrinas humanas: hormonas y funcionamiento (**CC3**).
4. Principales alteraciones del sistema endocrino, enfermedades asociadas, prevención de las mismas y hábitos de vida saludables (**CC4**).
5. Sistema endocrino y conducta adolescente (**CC5**).

5.7.2. Contenidos actitudinales (CA)

1. Interés por investigar y conocer el sistema endocrino, así como sus enfermedades (**CA1**).
2. Concienciación del papel fundamental de una vida saludable en la prevención de enfermedades (**CA2**).
3. Asimilación de los factores de riesgo que pueden causar enfermedades endocrinas (**CA3**).
4. Normalización de los cambios conductuales adolescentes en relación con el sistema endocrino (**CA4**).
5. Participación activa en los proyectos que se lleven a cabo (**CA5**).
6. Desarrollo de una actitud crítica hacia el propio trabajo (**CA6**).

5.7.3. Contenidos procedimentales (CP)

1. Localización y descripción de glándulas del sistema endocrino (**CP1**).
2. Búsqueda de información y clasificación de la misma acerca del sistema endocrino y sus patologías (**CP2**).

3. Desarrollo de una investigación para relacionar enfermedades con el sistema endocrino (**CP3**).
4. Exposición de resultados e interpretación (**CP4**).
5. Debate acerca de la afección del sistema endocrino a la conducta adolescente (**CP5**).
6. Repaso de normas ortografías para la corrección del texto (**CP6**).

En la **Tabla 5**, recogida en el epígrafe posterior **5.9.4.3. Estándares de aprendizaje evaluables** se puede consultar una tabla donde se relacionan los objetivos específicos de unidad, los contenidos y las competencias clave.

5.8. Recursos didácticos

Esta unidad didáctica se llevará a cabo en el aula y para ello, serán necesarios:

- **Recursos materiales:** pizarra, libro de texto de 3 de la E.S.O de Biología y Geología (Edelvives), material fungible (lápices, bolígrafos, folios, cartulinas...)
- **Recursos electrónicos:** ordenador, cañón proyector, tabletas digitales, conexión a internet, modelos virtuales anatómicos, páginas webs especializadas, bases de datos científicas, artículos científicos...

5.9. Desarrollo de la Unidad didáctica en el aula

5.9.1. Temporalización

La temporalización de las sesiones de la materia de Biología y Geología en el curso de 3º de E.S.O en Andalucía consisten en dos sesiones a la semana con una duración de 50 minutos cada una, atendiendo al Decreto 111/2016, de 14 de junio por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Por este motivo, la unidad didáctica se llevará a cabo en tres semanas con un total de cinco sesiones.

5.9.2. Metodología

Para el desarrollo de la unidad didáctica, como punto de partida, se utilizarán las ideas previas como se ha comentado en epígrafes anteriores. Posteriormente, se hará uso de metodologías que favorezcan la superación de esas ideas previas. Principalmente se utilizará la metodología del ABP con el que se pretende favorecer el cambio conceptual y el trabajo en equipo, pero también, se hará uso del aprendizaje significativo por recepción y se hablará brevemente de la historia de la ciencia. Por

último, se utilizarán recursos TICs. Todo esto, con el fin de favorecer el aprendizaje significativo.

5.9.3. Descripción y secuenciación de actividades

Sesión 1 (50'): ¿Cómo funciona el sistema endocrino?		
Descripción de la sesión	La primera sesión comenzará con una exploración de las ideas previas del alumnado. Posteriormente, a partir de estas ideas previas, se procederá a la impartición de una clase magistral haciendo uso del aprendizaje significativo por recepción de los conocimientos más generales relacionados con el Sistema endocrino. Por último, se evaluará mediante un cuestionario tipo Plickers el grado de adquisición de los conocimientos impartidos en clase. En esta sesión se abordarán las competencias clave: CL Y CMTC.	
Contenidos abordados	• El sistema endocrino y el sistema nervioso (CC1). • Anatomía, fisiología y regulación del sistema endocrino (CC2). • Las glándulas endocrinas humanas: hormonas y funcionamiento (CC3). • Localización y descripción de glándulas del sistema endocrino (CP1).	
Metodología didáctica	Enseñanza por cambio conceptual a través de las ideas previas (aprendizaje significativo por recepción)	
Actividades		Tiempo (minutos)
Cuestionario inicial abierto sobre el Sistema endocrino para detectar ideas previas y prever potenciales dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje para identificar conceptos donde hacer más hincapié. El cuestionario se hará de forma colectiva, intentando que participen todos los alumnos en su respuesta: 1. ¿Qué son las hormonas? 2. ¿En qué momento de tu vida produces hormonas? 3. ¿Para qué sirven? ¿Con qué órganos las relacionas? 4. ¿Qué hormonas conoces? ¿Enfermedades a causa de hormonas?		10'
A partir de la lluvia de ideas del cuestionario inicial, se hará un mapa conceptual en la pizarra donde se anotarán las respuestas que den los alumnos para que las anoten y puedan comprobar al finalizar las sesiones qué ideas tenían y si eran o no erróneas.		5'
Explicación magistral de los contenidos conceptuales 1, 2 y 3, apoyada en la realización de una presentación tipo Power point. La presentación se realiza a partir de la información del libro de texto con modificaciones para hacerlo más visual. Se tendrá en cuenta aquellas concepciones previas del alumnado para su matización en la explicación (aprendizaje significativo por recepción). Uso de una maqueta anatómica		30'

virtual para identificar dónde están los órganos y glándulas endocrinas. Durante toda la sesión se plantearán cuestiones para que los alumnos interaccionen en la clase.	
Resolución de actividad tipo Plickers cuestionando conceptos impartidos en la sesión (ANEXO I). Esta es una herramienta para realizar preguntas con respuesta múltiple a los estudiantes por parte del profesor. Estas respuestas, se obtienen en tiempo real y se pueden ver en la página web de la herramienta sin necesidad de que el estudiante disponga de ningún dispositivo electrónico. Los estudiantes tienen que usar una tarjeta impresa asociada a cada uno que contiene un código especial generado por el propio programa y el profesor a través de la cámara de su smartphone es quien captura esas respuestas. Esto sirve para valorar y evaluar el grado de adquisición de conocimientos y compararlo con el mapa conceptual realizado en la pizarra al principio de la sesión.	5'

Sesión 2 (50'): Conocemos la endocrinología a través de las enfermedades hormonales	
Descripción de la sesión	Esta sesión inicia hablando de la historia de la ciencia relacionada con el sistema endocrino. Posteriormente, se llevará a cabo el ABP donde cada grupo de trabajo se encargará de abordar una enfermedad o disfunción hormonal y el estudiante tendrá el papel de científico/médico para llegar hasta la etiología de la enfermedad. En esta sesión se abordarán las competencias clave: CMTC, CD, CAA, CSC, SIEP y CEC.
Contenidos abordados	• El sistema endocrino y el sistema nervioso (CC1). • Anatomía, fisiología y regulación del sistema endocrino (CC2). • Las glándulas endocrinas humanas: hormonas y funcionamiento (CC3). • Principales alteraciones del sistema endocrino, enfermedades asociadas, prevención de las mismas y hábitos de vida saludables (CC4). • Interés por investigar y conocer el sistema endocrino, así como sus enfermedades (CA1). • Concienciación del papel fundamental de una vida saludable en la prevención de enfermedades (CA2). • Asimilación de los factores de riesgo que pueden causar enfermedades endocrinas (CA3). • Participación activa en los proyectos que se lleven a cabo (CA5). • Desarrollo de una actitud crítica hacia el propio trabajo (CA6). • Búsqueda de información y clasificación de la misma acerca del sistema endocrino y sus patologías (CP2).

	• Desarrollo de una investigación para relacionar enfermedades con el sistema endocrino (CP3). • Repaso de normas ortografías para la corrección del texto (CP6).	
Metodología didáctica	Enseñanza a través de la historia de la ciencia, Aprendizaje basado en problemas	
Actividades		Tiempo (minutos)
Al inicio de la clase, los alumnos se dividirán en pequeños grupos de trabajo: se harán seis grupos de trabajo formados por cinco componentes. El docente será quien se encargue de la organización de estos grupos, los cuales se compondrán de: un alumno capaz de ayudar a los demás (con iniciativa, entusiasmo...), otro alumno con dificultades de aprendizaje (poco motivado, con desinterés) y los tres alumnos restantes serán alumnos estándar de la clase. Posteriormente, se procederá al visionado de un vídeo hasta el minuto 14 (https://youtu.be/ksctAS2Fn0c) donde se hace un resumen de la historia de la endocrinología . En él, se habla del nacimiento de la endocrinología como ciencia y se describe cómo surgió ésta: a través del descubrimiento de alteraciones hormonales. Además, se muestra la importancia del contexto cultural del científico en la investigación. Con el visionado del vídeo se fomenta hasta un 10% más la retención de conceptos que de una forma pasiva a través de una clase de recepción de información (Pishdari et al., 2018). Este vídeo servirá de introducción y contexto para la siguiente actividad.		15'
En este momento comienza la metodología del ABP . Cada grupo elegirá una enfermedad o disfunción hormonal común y dentro del contexto del alumno sugerida por el docente dentro de esta lista: 1. Diabetes 2. Hipertiroidismo e hipotiroidismo 3. Enanismo y gigantismo 4. Enfermedad de Addison y Cushing 5. Síndrome de ovarios poliquísticos 6. Diabetes insípida Para la resolución de esta tarea, los estudiantes deben: a) Usar los conocimientos previos, recordando los contenidos impartidos en la sesión anterior o bien buscar información en el libro de texto o internet a través de los recursos digitales (artículos científicos, bases de datos...).		35'

b) Investigar sobre las enfermedades planteadas y relacionar el conocimiento adquirido sobre el sistema endocrino c) Buscar cuáles son los factores de riesgo de esas enfermedades (si los hubiera) y cómo se podrían prevenir. d) Buscar información sobre investigaciones relacionadas con el sistema endocrino que se realizan en centros de investigación de la provincia. El docente servirá de guía en todo este proceso, ayudando e interviniendo cuando el alumnado así lo requiera. Durante este periodo, el docente observará el papel de cada integrante del grupo en el trabajo, interviniendo si fuera necesario para establecer los roles de forma que todos contribuyan equitativamente al trabajo.	
--	--

Sesión 3 (50'): ¿Qué he aprendido sobre el sistema endocrino?	
Descripción de la sesión	En esta sesión se llevará a cabo la elaboración de un póster por cada grupo a partir de la información recopilada en la sesión anterior con el fin de realizar una exposición oral al resto de compañeros en la sesión posterior. En esta sesión se abordarán las competencias clave: CMTC, CAA, CSC, CEC y SIEP.
Contenidos abordados	• El sistema endocrino y el sistema nervioso (CC1). • Anatomía, fisiología y regulación del sistema endocrino (CC2). • Las glándulas endocrinas humanas: hormonas y funcionamiento (CC3). • Principales alteraciones del sistema endocrino, enfermedades asociadas, prevención de las mismas y hábitos de vida saludables (CC4). • Interés por investigar y conocer el sistema endocrino, así como sus enfermedades (CA1). • Concienciación del papel fundamental de una vida saludable en la prevención de enfermedades (CA2). • Asimilación de los factores de riesgo que pueden causar enfermedades endocrinas (CA3). • Participación activa en los proyectos que se lleven a cabo (CA5). • Desarrollo de una actitud crítica hacia el propio trabajo (CA6). • Búsqueda de información y clasificación de la misma acerca del sistema endocrino y sus patologías (CP2). • Desarrollo de una investigación para relacionar enfermedades con el sistema endocrino (CP3). • Repaso de normas ortografías para la corrección del texto (CP6).
Metodología didáctica	Aprendizaje basado en problemas

Actividades	Tiempo (minutos)
Explicación y planificación del póster. Con los mismos grupos de la sesión anterior, los alumnos tienen que elaborar un póster donde se plasme la información recopilada. Se debe incluir: descripción de enfermedad, procesos fisiológicos del sistema endocrino que tienen lugar en la enfermedad, prevención, factores de riesgo y centros de la provincia donde se investigue esa enfermedad (si así fuera). En este momento se explicarán los criterios de evaluación del póster. Se hará énfasis en la importancia de la ortografía en el texto del póster y en la importancia de incluir promoción de la salud para la prevención de cada enfermedad si fuera posible.	5'
Elaboración del póster. Para la elaboración del póster, no es necesario traer material de casa, puesto que lo suministra el centro. El póster se elaborará solamente en el aula, no en casa.	45'

Sesión 4 (50'): ¿Cómo me afecta el sistema endocrino?	
Descripción de la sesión	En esta sesión se llevarán a cabo las exposiciones orales de los posters realizados y también se hará hincapié en la prevalencia en adolescentes y prevención de una de las enfermedades investigadas por los alumnos: SOP. En el tiempo restante de clase se hablará y creará un debate acerca de cómo el sistema endocrino afecta a la conducta en los adolescentes. En esta sesión se abordarán las competencias clave: CL, CMTC, CSC y SIEP
Contenidos abordados	• El sistema endocrino y el sistema nervioso (CC1). • Anatomía, fisiología y regulación del sistema endocrino (CC2). • Las glándulas endocrinas humanas: hormonas y funcionamiento (CC3). • Principales alteraciones del sistema endocrino, enfermedades asociadas, prevención de las mismas y hábitos de vida saludables (CC4). • Sistema endocrino y conducta adolescente (CC5). • Interés por investigar y conocer el sistema endocrino, así como sus enfermedades (CA1). • Concienciación del papel fundamental de una vida saludable en la prevención de enfermedades (CA2). • Asimilación de los factores de riesgo que pueden causar enfermedades endocrinas (CA3). • Normalización de los cambios conductuales adolescentes en relación con el sistema endocrino (CA4). • Participación activa en los proyectos que se lleven a cabo (CA5). • Desarrollo de una actitud crítica hacia el propio trabajo (CA6).

	- Exposición de resultados e interpretación (CP4). - Debate acerca de la afección del sistema endocrino a la conducta adolescente (CP5).	
Metodología didáctica	Aprendizaje basado en problemas y debate	
Actividades		Tiempo (minutos)
Exposición oral del póster realizado por parte dos de los grupos de trabajo. Cada grupo tendrá un total de 5 minutos para explicar su poster y para preguntas.		30'
Insistencia en la prevalencia de la enfermedad del ovario poliquístico. Promoción de esta enfermedad y de su prevención.		5'
Debate acerca de cómo el sistema endocrino y sus alteraciones afectan a la conducta en adolescentes. En este debate, ya se deben manejar los conceptos básicos relacionados con el sistema endocrino. El docente actuará de moderador en todo el debate y explicará conceptos si ningún alumno los explica correctamente. Además, planteará las siguientes cuestiones en el debate: ¿Afecta el sistema endocrino a la conducta adolescente? ¿Las chicas tienen cambios de humor y/o de conducta debido al sistema endocrino? ¿En qué momentos? ¿Tienen los chicos cambios de humor y/o de conducta debido al sistema endocrino? ¿En qué momentos? ¿Cuánto afectan las hormonas a la adolescencia y cuánto es por otros factores?		15'

Sesión 5 (50'): ¿Estoy satisfecho con lo que he aprendido?	
Descripción de la sesión	En esta sesión se llevarán a cabo el examen de contenidos escrito y una evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje
Contenidos abordados	- El sistema endocrino y el sistema nervioso (CC1). - Anatomía, fisiología y regulación del sistema endocrino (CC2). - Las glándulas endocrinas humanas: hormonas y funcionamiento (CC3). - Principales alteraciones del sistema endocrino, enfermedades asociadas, prevención de las mismas y hábitos de vida saludables (CC4). - Sistema endocrino y conducta adolescente (CC5). - Repaso de normas de ortografía para la corrección del texto (CP6).

Metodología didáctica	Examen de contenidos y evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje	
Actividades		Tiempo (minutos)
En esta sesión se llevará a cabo una prueba de conocimientos escrita. Esta prueba resuelta se encuentra en el ANEXO II .		40'
Evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje con una encuesta siguiendo una escala tipo Likert. Esta encuesta se encuentra en el ANEXO III . A través de la escala tipo Likert se puede conocer el grado de conformidad del encuestado con cualquier afirmación propuesta.		10'

5.9.4. Evaluación

La evaluación es el proceso que permite conocer el grado de consecución de las intenciones educativas por parte del alumno con el fin de controlar y regular los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Este proceso viene determinado tanto por la legislación autonómica como por la estatal (Real Decreto 1105/2014 de 26 de diciembre, Orden de 14 de julio de 2016; Decreto 111/2016 de 14 de junio, respectivamente), según la cual la evaluación del alumno debe cumplir tres requisitos para el proceso de aprendizaje en la E.S.O: ser continua, formativa e integradora.

- Continua: se realiza a lo largo de todo el proceso de aprendizaje y su objetivo es comprobar que este se hace de forma adecuada, y en caso de que no sea así, se pondrán medidas de refuerzo educativa en cualquier momento del curso para alcanzar las competencias imprescindibles de esa etapa del proceso educativo.
- Formativa: se refiere a la evaluación en el sentido más educativo, para la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje.
- Integradora: para lo cual se tiene en cuenta la consecución de competencias y objetivos de todas las asignaturas y las características del grupo.

En el Real Decreto 1105/2014 de 26 de diciembre se recoge una relación de los contenidos, criterios de evaluación, así como estándares de aprendizaje que se relacionan con la presente unidad didáctica. Estos se pueden observar en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables según el Real Decreto 1105/2014 de 26 de diciembre para el Sistema Endocrino.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Sistema nervioso y sistema endocrino. El sistema endocrino: glándulas endocrinas y su funcionamiento. Sus principales alteraciones	6. Identificar hábitos saludables como método de prevención de las enfermedades.	19.1. Identifica algunas enfermedades comunes del sistema endocrino, relacionándolas con sus causas, factores de riesgo y su prevención..
	20. Asociar las principales glándulas endocrinas, con las hormonas que sintetizan y la función que desempeñan.	20.1. Enumera las glándulas endocrinas y asocia con ellas las hormonas segregadas y su función
	21. Relacionar funcionalmente al sistema neuroendocrino.	21.1. Reconoce algún proceso que tiene lugar en la vida cotidiana en el que se evidencia claramente la integración neuro-endocrina

Para la evaluación de esta unidad didáctica en este centro escolar, se usarán instrumentos y sistemas de evaluación distintos que se puedan aplicar siempre siguiendo los criterios y estándares de evaluación que se proponen en la legislación. Además, en este Trabajo Fin de Máster se proponen estándares de aprendizaje complementarios a los incluidos estrictamente en las leyes educativas, que son los que aparecen en la **Tabla 4**.

5.9.4.1. Sistema de evaluación

El sistema de evaluación que se va a seguir durante esta unidad didáctica incluye evaluación inicial, continua y final, en función del momento de la unidad didáctica en el que se realiza.

- Evaluación inicial: se realiza al principio del proceso de enseñanza, no tiene un peso en la nota final del alumnado puesto que tiene como objetivo conocer el nivel de conocimientos del grupo con el fin de subsanar posibles deficiencias y aplicar el aprendizaje significativo de la unidad didáctica.
- Evaluación continua: se realiza a lo largo de varias sesiones y tiene como objetivo comprobar que el proceso de enseñanza-aprendizaje se está realizando de manera correcta y en caso de ser necesario, proponer medidas oportunas correctoras. En este tipo de evaluación, se consideran las competencias como el

trabajo en equipo o expresión oral, así como la participación en debates, entre otras.

- Evaluación final: con el fin de comprobar si el alumnado ha alcanzado las competencias, objetivos y contenidos que se requieren para esta unidad, se evaluará el póster elaborado en las sesiones de clase mediante la defensa oral del mismo por parte de todos los integrantes de cada grupo. También se llevará a cabo un examen de contenidos y su evaluación tendrá un peso en la calificación global de la unidad didáctica.

Además, el sistema de evaluación tendrá carácter formativo e integrador en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, utilizando la evaluación como un intermediario para subsanar errores y mejorar el procedimiento teniendo en cuenta las características grupales.

5.9.4.2. Instrumentos de evaluación

Los instrumentos de evaluación son herramientas que ayudan al docente a realizar una valoración del progreso de cada alumno. En esta unidad didáctica se utilizarán:

- Evaluación a través de la resolución del cuestionario tipo Plickers.
- Escala de observación de comportamiento y actitudes en clase (**Anexo IV**).
- Rúbrica para evaluación del póster propuesto (**Anexo V**).
- Examen de contenidos (**Anexo II**).

5.9.4.3. Estándares de aprendizaje evaluables

En esta unidad didáctica se utilizan los siguientes estándares de aprendizaje evaluables, a través de la aplicación de los sistemas e instrumentos de evaluación descritos en epígrafes anteriores:

1. Compara y relaciona el sistema endocrino con el sistema nervioso.
2. Reconoce algún proceso que tiene lugar en la vida cotidiana en el que se evidencia claramente la integración neuro-endocrina.
3. Sabe establecer la conexión entre el eje hipotálamo-hipófisis con su regulación y control.
4. Identifica el sistema endocrino como una unidad funcional y no anatómica.
5. Diferencia entre hipófisis anterior e hipófisis posterior según las hormonas sintetizadas en cada parte.
6. Enumera las glándulas endocrinas, localiza y señala las hormonas producidas por cada una de ellas y la función que ejercen.

7. Identifica algunas enfermedades tanto del contexto del alumno como enfermedades comunes relacionadas con el sistema endocrino, relacionándolas con sus causas, factores de riesgo y su prevención.
8. Conoce enfermedades endocrinas con prevalencia en adolescentes y su prevención.
9. Es capaz de reflexionar sobre la relación que existe entre cambios hormonales y el estado anímico de las personas en la adolescencia.

A continuación, se adjunta una tabla (**Tabla 5**) donde se establece una relación de los principales elementos que forman la presente unidad didáctica: objetivos específicos, competencias clave, contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales, así como estándares de aprendizaje evaluables.

Tabla 5. Relación entre objetivos específicos de unidad, competencias clave, contenidos y estándares de aprendizaje evaluables. Elaboración propia

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	COMPETENCIAS CLAVE	CONTENIDOS			ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
		CONCEPTUALES	ACTITUDINALES	PROCEDIMENTALES	
U1	CL, CMTC, CAA	El sistema endocrino y el sistema nervioso (CC1)	-	-	Compara y relaciona el sistema endocrino con el sistema nervioso.
U2.	CL, CMTC, CAA	El sistema endocrino y el sistema nervioso (CC1)	-	-	Reconoce algún proceso que tiene lugar en la vida cotidiana en el que se evidencia claramente la integración neuro-endocrina.
U3	CL, CMTC, CAA	Anatomía, fisiología y regulación del sistema endocrino (CC2)	Interés por investigar y conocer el sistema endocrino, así como sus enfermedades (CA1)	-	Sabe establecer la conexión entre el eje hipotálamo-hipófisis con su regulación y control.
U4	CL, CMTC, CD, CAA	Anatomía, fisiología y regulación del sistema endocrino (CC2)	Interés por investigar y conocer el sistema endocrino, así como sus enfermedades (CA1)	-	Identifica el sistema endocrino como una unidad funcional y no anatómica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	COMPETENCIAS CLAVE	CONTENIDOS			ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
		CONCEPTUALES	ACTITUDINALES	PROCEDIMENTALES	
U5	CL, CMTC, CAA	Anatomía, fisiología y regulación del sistema endocrino (CC2)	Interés por investigar y conocer el sistema endocrino, así como sus enfermedades (CA1)	-	Diferencia entre hipófisis anterior e hipófisis posterior según las hormonas sintetizadas en cada parte.
U6	CL, CMTC, CD, CAA,	Las glándulas endocrinas humanas: hormonas y funcionamiento (CC3)	Interés por investigar y conocer el sistema endocrino, así como sus enfermedades (CA1)	Localización y descripción de glándulas del sistema endocrino (CP 1).	Enumera las glándulas endocrinas, localiza y señala las hormonas producidas por cada una de ellas y la función que ejercen.
U7	CL, CMTC, CAA, CSC, SIEP, CEC	Principales alteraciones del sistema endocrino, enfermedades asociadas, prevención de las mismas y hábitos de vida saludables (CC4).	-Concienciación del papel fundamental de una vida saludable en la prevención de enfermedades (CA 2).	-Búsqueda de información y clasificación de la misma acerca del sistema endocrino y sus patologías (CP 2)	Identifica algunas enfermedades tanto del contexto del alumno como enfermedades comunes relacionadas con el sistema endocrino, relacionándolas con sus causas, factores de riesgo y su prevención.
			-Asimilación de los factores de riesgo que pueden causar enfermedades endocrinas (CA 3).	-Desarrollo de una investigación para relacionar enfermedades con el sistema endocrino (CP 3).	

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	COMPETENCIAS CLAVE	CONTENIDOS			ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
		CONCEPTUALES	ACTITUDINALES	PROCEDIMENTALES	
U8	CL, CMTC, CAA, CSC, CEC	Principales alteraciones del sistema endocrino, enfermedades asociadas, prevención de las mismas y hábitos de vida saludables (CC4).	-Concienciación del papel fundamental de una vida saludable en la prevención de enfermedades (CA 2).	-Búsqueda de información y clasificación de la misma acerca del sistema endocrino y sus patologías (CP 2)	Conoce enfermedades endocrinas con prevalencia en adolescentes y su prevención.
			-Asimilación de los factores de riesgo que pueden causar enfermedades endocrinas (CA 3).	-Desarrollo de una investigación para relacionar enfermedades con el sistema endocrino (CP 3).	
U9	CL, CMTC, CAA, CSC,	Sistema endocrino y conducta adolescente (CC5).	Normalización de los cambios conductuales adolescentes en relación con el sistema endocrino (CA 4).	Debatir acerca de la afección del sistema endocrino a la conducta adolescente (CP 5).	Es capaz de reflexionar sobre la relación que existe entre cambios hormonales y el estado anímico de las personas en la adolescencia.

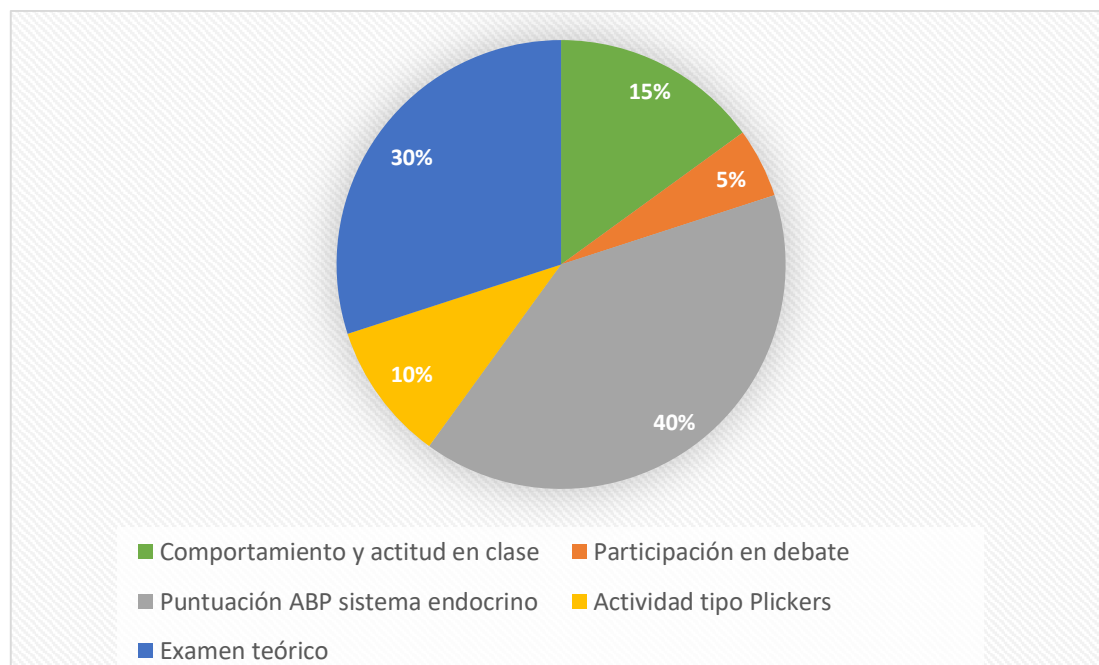
5.9.4.4. Criterios de calificación

Los criterios de calificación se utilizan para cuantificar la nota del alumnado. Estos criterios son la suma de la calificación de cada parte de la unidad didáctica evaluada. Para superar la unidad didáctica propuesta es necesario conseguir una nota final de al menos un resultado de suma de un 50% de los criterios. Los criterios de calificación usados para esta unidad didáctica se recogen en la **Tabla 6**. También se pueden observar en el **Gráfico 1** donde se detalla el peso que tiene cada criterio de calificación en la nota global.

Tabla 6. Criterios de calificación.

Criterios de calificación	% Nota final
Comportamiento y actitud en clase	15%
Participación en debate	5%
Puntuación ABP sistema endocrino	40%
Actividad tipo Plickers	10%
Examen teórico	30%

Gráfico 1. Criterios de calificación.



5.9.4.5. Evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje

La evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje es crucial para su continua optimización por parte del profesorado. En este proceso, el docente, al final de la unidad didáctica, debe hacer una valoración de su labor teniendo en cuenta el rendimiento del

alumnado y si éste ha sido capaz de alcanzar los objetivos propuestos. Esto se realiza con el fin de modificar aquellos aspectos que hayan podido ser más erráticos y para seguir mejorando en los aspectos más positivos del proceso. Además, se tendrá en cuenta la opinión, valoración y sugerencias del proceso de enseñanza- aprendizaje por parte del alumnado mediante la realización de una encuesta de satisfacción tipo Likert (**ANEXO III**). Estas encuestas se realizarán después de la prueba de conocimientos escrita y se tendrán en cuenta siempre y cuando presenten coherencia y sean realistas.

5.9.5. Recuperación y proacción

En las aulas donde se van a impartir esta unidad didáctica, existen personas con características dispares. Es posible que no todos los alumnos alcancen los objetivos que supongan la superación de la presente unidad didáctica. Por otro lado, existe un número de alumnos que, sin embargo, es probable que superen holgadamente las actividades propuestas y requieran una ampliación de información. Para todos ellos, existen alternativas en la presente unidad didáctica. Esto se realiza con el fin de asegurar un avance óptimo en el aula atendiendo a las características individuales de cada alumno.

- En caso de no alcanzar la puntuación mínima exigida en la calificación final de la unidad, al final del trimestre se realizará una prueba escrita más simplificada con el objetivo de recuperar la unidad didáctica. Esta prueba resuelta se recoge en el **ANEXO VI**. Estas actividades están extraídas del proyecto Biosfera del que se hablará a continuación. En el caso de que el alumno no supere la materia de Biología y Geología en junio, se realizará un examen de toda la materia en septiembre donde se incluirá alguna pregunta de la prueba escrita recogida en el **ANEXO VI**.
- Para aquellos alumnos superen con creces la unidad didáctica, se llevarán a cabo actividades de proacción con el fin de no perder la motivación y evitar el tedio por la asignatura. El alumno puede elegir entre dos proyectos sobre el que realizarán una actividad. Uno de estos proyectos versará sobre el “Proyecto Biosfera” creado por el Ministerio de Educación, Ciencia y Deporte donde se incluyen múltiples actividades interactivas y de investigación para la asignatura de Biología y Geología. Concretamente, para las actividades de proacción de la presente unidad didáctica se trabajarán las tres actividades de investigación propuestas por el proyecto: Las hormonas en la adolescencia, avances científicos en endocrinología y la importancia de las hormonas. Esta investigación está guiada por el propio proyecto, donde se incluye dónde buscar información y el procedimiento que hay que seguir. Sin embargo, ellos tendrán la opción de buscar información adicional en libros de texto, atlas médicos...

Otra posibilidad es trabajar con los contenidos de la programación de la Junta de Andalucía “Creciendo en salud” relacionados con la promoción y prevención de enfermedades. En este caso, no se realizará una investigación, pero se ampliará la información relacionada con enfermedades y prevención.

A los alumnos que trabajen con alguno de estos dos proyectos, se les pedirá la realización de una presentación oral o folleto informativo donde se incluyan brevemente las conclusiones que han obtenido. Estas actividades requieren un planteamiento más laborioso que permite desarrollar más sus capacidades de investigación y lógica. Serán de carácter voluntario y podrán elegir el proyecto que más atractivo les parezca.

5.9.6. Atención a la diversidad

Según la Orden del 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad. Es por esto que las unidades didácticas tienen que disponer de ciertas adaptaciones curriculares ante las características peculiares que puedan presentar los alumnos.

En las aulas en las que se va a desarrollar la presente unidad como se ha indicado anteriormente, no hay alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo (ANEAE). Sin embargo, se proponen actividades tanto para el alumnado más aventajado como para el alumnado que necesite refuerzo en su proceso de enseñanza-aprendizaje tal y como se ha indicado en el anterior epígrafe.

5.10. Contenidos transversales

A lo largo de la unidad didáctica, se tratarán algunos de los temas transversales que están recogidos en el BOJA en la Orden de 14 de julio de 2016:

- El desarrollo de las habilidades básicas para la comunicación interpersonal, la capacidad de escucha activa, la empatía, la racionalidad y el acuerdo a través del diálogo.
- Fomento de valores y actuaciones necesarias para el impulso de igualdad de género real y el rechazo de actitudes sexistas y de los estereotipos de género.
- La utilización crítica y el autocontrol en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación y los medios audiovisuales, su aportación a la enseñanza, al aprendizaje y al trabajo del alumnado, y los procesos de transformación de la información en conocimiento
- La toma de conciencia sobre temas y problemas que afectan a todas las personas en un mundo globalizado, entre los que se considerarán la salud.

- La promoción de los hábitos de vida saludable y de la alimentación saludable para el bienestar individual y colectivo.

Para las actividades de proacción relacionadas con prevención de enfermedades y los hábitos de vida saludables, se seguirán algunas directrices recogidas en el programa de la Junta de Andalucía “Creciendo en salud” establecido para el curso académico 2018-2019, donde se hace promoción de hábitos de vida saludables. Concretamente, se hará uso de la línea de intervención Estilos de vida saludables. Además, la propia Junta de Andalucía considera de carácter obligatorio impartir la línea de intervención recogida en este mismo programa “Educación emocional” debido a su importancia.

En cuanto al fomento de valores para el impulso de la igualdad de género real, en esta unidad didáctica se llevarán a cabo debates con objeto de asumir el papel del sistema endocrino en la conducta adolescente. Los adolescentes a los que va dirigido la enseñanza de esta unidad didáctica se encuentran en una etapa de cambios psicológicos donde a menudo las conductas que llevan a cabo son complicadas y se consideran de riesgo. Estos cambios psicológicos son producidos por cambios hormonales que a su vez derivan en cambios anatómicos (Diz, 2013). Los cambios anatómicos van a influir directamente en el autoconcepto del alumno, que debido a estereotipos sociales va a ser negativo, sobre todo en las mujeres (Díaz et al., 2016). Muchas veces, estos cambios no son entendidos por los propios individuos ni por sus semejantes. Frecuentemente estos cambios se mezclan con la acción de copiar estereotipos asociados a los roles de género de la sociedad. Por ejemplo: los hombres comienzan a tener un comportamiento más rudo debido a los cambios psicológicos y hormonales que sufre, pero también al estereotipo adquirido social del que copian patrones y esto mismo también ocurre en el caso de las mujeres (Cariccote et al., 2006; García & Castro, 2017). Debido a que esta unidad didáctica aborda esta evolución hormonal en una etapa tan crucial de la vida, considero importante incluir los mencionados debates en el aula y hacer promoción de la igualdad para que los estudiantes comprendan los eventos que tienen lugar en los dos sexos. En el caso concreto de las alumnas donde aparece el ciclo menstrual y este va a ser un factor importante pero no central en los cambios del estado de ánimo femenino (León, 2018), es importante que ambos géneros conozcan la fisiología del evento y así se puedan alejar los tópicos acerca del estado de ánimo de las mujeres y el ciclo menstrual, asumiendo que no es el único factor que da lugar a la conducta y estado emocional femenino. Con esto, se pretende alcanzar una reflexión por parte del alumnado y que sea capaz de respetar a los demás y respetarse a sí mismo.

Bibliografía

Acosta, C. (2015). Salud Natural. [Imagen]. Recuperada de <https://canalesalvador.files.wordpress.com/2012/04/examen-de-tiroides.jpg?w=258&h=206>

Agur, M.R., & Dalley, F. (2007). Atlas de Anatomía. Madrid: Editorial Médica Panamericana.

Alkabban, F. M., & Patel, B. C. (2018). Goiter, Nontoxic. StatPearls Publishing.

Álvarez, M. H., Barona, R. C., Hernández, P. A. H., Arévalo, M. T. V., Valencia, E. S. A., Alarcón, C. D. y Brosio, D. (2018). Hacia la promoción de la salud. *Hac. Promoc. Salud*, 23(1), 9-12.

Alzate-Mejía, O. A., & Tamayo-Alzate, O. E. (2019). Metacognición en el Aprendizaje de la Anatomía. *International Journal of Morphology*, 37(1), 7-11.

Amelotti, I., Hernández, M., Abrahan, L., Cavallo, M. y Catalá, S. (2015). Alfabetización científica en el ámbito preescolar: primeros conocimientos como herramientas para la promoción de la salud y la prevención de la Enfermedad de Chagas. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 13(1), 192-202.

Arboleda, L. C., Almanzar, R. y Cuellar, A. U. (2018). Bocio Endémico. *Revista Colombiana de Endocrinología, Diabetes & Metabolismo*, 4(1), 55-82.

Argaw, A. S., Haile, B. B., Ayalew, B. T., y Kuma, S. G. (2017). The effect of problem based learning (PBL) instruction on students' motivation and problem solving skills of physics. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(3), 857-871.

Ariza, M., Abril, A.M., Quesada, A. (2017). Conectando los temas sociocientíficos, la naturaleza de la ciencia y el pensamiento crítico para hacer frente a los retos actuales en la educación científica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 515-520.

Aune, D., Schlesinger, S., Norat, T. y Riboli, E. (2018). Diabetes mellitus and the risk of sudden cardiac death: A systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 28(6), 543-556.

Ausubel, N. & Novak, J. (1983). Hanesian. Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo. 2ª Edición. México: Editorial Trillas

Axelrod, J., Wurtman, R. J. y WINGET, C. M. (1964). Melatonin synthesis in the hen pineal gland and its control by light. *Nature*, 201(4924), 1134.

Barrett, K. E. (2013). Ganong fisiología médica. Mexico: McGraw Hill.

Bayliss, W. M. & Starling, E. H. (1904). Croonian lecture: The chemical regulation of the secretory process. *Proceedings of the Royal Society of London*, 73(496), 310-322.

Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación química*, 15(3), 210-217.

Bravo, A. A., Ramírez, G. P., Faúndez, C. A., y Astudillo, H. F. (2016). Propuesta didáctica constructivista para la adquisición de aprendizajes significativos de conceptos en física de fluidos. *Formación universitaria*, 9(2), 105-114.

Cabrera-Gámez, M. (2016). Endocrinología y reproducción. *Revista Cubana de Endocrinología*, 27(1).

Caricote, E. (2006). Estereotipos de género ponen en peligro la salud sexual en la adolescencia. *Salus*, 10(3).

Carmona-Ruiz, I. O., Saucedo-de la Lata, E., Moraga-Sánchez, M. R. y Romeu-Sarrió, A. (2015). Síndrome de ovario poliquístico: ¿Ha aumentado su prevalencia? *Ginecología y Obstetricia de México*, 83(12), 750-759.

Carter-Su, C., Schwartz, J. y Argetsinger, L. S. (2016). Growth hormone signaling pathways. *Growth Hormone & IGF Research*, 28, 11-15.

Christiansen, J. S., Backeljauw, P. F., Bidlingmaier, M., Biller, B. M., Boguszewski, M. C., Casanueva, F. F y Cohen, L. E. (2016). Growth Hormone Research Society perspective on the development of long-acting growth hormone preparations. *European Journal of Endocrinology*, 174(6), 1-8.

Coca, J. R. (2016). Hacia una tecnociencia policontextual. *Ludus Vitalis*, 16(30), 207-210.

Crespo, M.I. (2016). *Fisiopatología general*. Madrid: Paraninfo.

Dávila-Acedo, M., Sánchez-Martín, J. y Borrachero-Cortés, A. B. (2017). Las ideas previas sobre cambios físicos y químicos de la materia, y las emociones en alumnos de Educación Secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 3977-3984.

Decreto 111/2016, de 14 de junio por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía (Decreto 111/2016, 14 de junio). *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*, nº 122, 2016, 28 junio.

De la Torre, J. J. (2015). *Biología y Geología: guía Didáctica*. Zaragoza: Edelvives.

Díaz, E. R., Fernández, A. R., Zabala, A. F., Revuelta, L. R. y Rey-Baltar, A. Z. (2016). Apoyo social percibido, autoconcepto e implicación escolar de estudiantes adolescentes. *Revista de Psicodidáctica*, 21(2), 339-356.

Díez-Juan, A., Izarra, A., Valiente, I., Moscoso, I., Lara, D. y Bernad, A. (2010). New and old cell homeostasis concepts in the healthy and diseased adult heart. *Npg. Nature*, 7, 234.

Diz, J. I. (2013). Desarrollo del adolescente: aspectos físicos, psicológicos y sociales. *Pediatr Integral*, 17(2), 88-93.

Dolmans, D., De Grave, W. y Wolfhagen, C. (2005). Problem-based learning: future challenges for educational practice and research. *Med Educ*, 39 (7), 732-741.

Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 6(2), 109-120.

Dubé, M. T. Z., Martínez, M. M., Herrera, A. y Batista, M. G. B. (2016). Aplicación de los métodos de enseñanza al estudio del sistema endocrino. *Morfovirtual*

Dueñez, J. L. (2010). Sexología [Imagen]. Recuperado de <http://sexologiajuanluisduenezservin.blogspot.com/2010/05/aparato-reproductorfemenino.htm>

Esteo, F. G., Castellano, J. G. y Pérez-Caballer, A. J. (2005). Fundamentos de los procesos de reparación tisular: factores de crecimiento. *Revista de ortopedia y traumatología*, 49, 5-16.

Feyto, M.P. (2016). Sistema endocrino: diseño y evaluación de una propuesta didáctica para 3º ESO. Facultad de Educación Universidad de Zaragoza. Zaragoza: Ediciones Universidad de Zaragoza.

Freeman, E. R., Bloom, D. A. y McGuire, E. J. (2001). A brief history of testosterone. *The Journal of urology*, 165(2), 371-373.

García, M. J., & Castro, A. (2017). Análisis de los estereotipos de género en alumnado de formación profesional: diferencias según sexo, edad y grado. *Revista de Investigación Educativa*, 35(1), 151-165.

Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2002). Manual de fisiología médica. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.

Hartmann, G., & McEwen, B. (2019). Insulin resistance and polycystic ovary syndrome (PCOS): Part 2. Diet and Nutritional Medicine. *Journal of the Australian Traditional-Medicine Society*, 25(1).

Hernández, R. S., Gómez, R. M., Quintana, J. C. M. y Falcón, J. A. A. (2018). Abandono escolar y formación docente en Educación Secundaria. *Aula abierta*, 47(3), 365-372.

Hoe, K. Y. & Subramaniam, R. (2016). On the prevalence of alternative conceptions on acid–base chemistry among secondary students: insights from cognitive and confidence measures. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(2), 263-282.

Hurtleff, W. & Aoyagi, A. (2012). Jokichi Takamine (1854-1922) and Caroline Takamine (1866-1954): Biography and Bibliography. (pp. 261-263). Lafayette, California: Soyinfo Center.

Ibáñez, L. (2016). Síndrome del Ovario Poliquístico en la Adolescente. *Revista Española Endocrinología Pediátrica*, 7(1), 43-45.

Iván, R., Sánchez, S. y Ramis, F. J. (2004). Aprendizaje significativo basado en problemas. *Horizontes Educativos*, 9(1), 101-111.

Kelly, G. J. (2016). Inquiry learning and teaching in science education. *Encyclopedia of educational philosophy and theory*, 1-6.

Kong, X., Wu, W., Yuan, Y., Pandey, V., Wu, Z., Lu, X., y Li, G. (2016). Human growth hormone and human prolactin function as autocrine/paracrine promoters of progression of hepatocellular carcinoma. *Oncotarget*, 7(20), 29465.

Lacroix, A., Feelders, R. A., Stratakis, C. A. y Nieman, L. K. (2015). Cushing's syndrome. *The lancet*, 386, 913-927.

Lázár-Molnár, E., Hegyesi, H., Tóth, S. y Falus, A. (2000). Autocrine and paracrine regulation by cytokines and growth factors in melanoma. *Cytokine*, 12(6), 547-554.

Leal, R. (2015). De ogros, gigantes y seres diminutos: La hormona de crecimiento. Boletín enciende [Imagen]. Recuperada de <https://enciende.cosce.org/boletin/index.asp?item=200>.

León, M. (2018). Cambios en el estado afectivo y la atribución emocional durante las fluctuaciones de estradiol del ciclo ovárico en estudiantes universitarias. *European Journal of Health Research*, 4(3), 121-134.

Ley 17/2007, de 10 de diciembre, de Educación de Andalucía (LEA) (Ley17/2007, 10 de diciembre). *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*, nº252, 2007, 26 diciembre.

Ley orgánica para la mejora de la calidad educativa (LOMCE) (Ley Orgánica 8/2013, 9 de diciembre). *Boletín Oficial del Estado*, nº 295, 2013, 10 diciembre.

Ley 45/2015, de 14 de octubre, de Voluntariado (Ley 45/2015, de 14 de octubre). *Boletín Oficial del Estado*, nº247, 2015, 15 de octubre.

Martín, M. R., Guillén, L. S. y Calvo, M. M. (2014). Alteraciones endocrinológicas más frecuentes en la adolescencia. *Medicine-Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*, 11(61), 3588-3604.

McEwen, B. & Hartmann, G. (2018). Insulin resistance and polycystic ovary syndrome (PCOS): Part 1. The impact of insulin resistance. *Journal of the Australian Traditional-Medicine Society*, 24(4), 214.

Medrano, P. (2016). Clínica Medrano. 5 cosas que deberías saber sobre los ovarios poliquísticos [Imagen]. Recuperada de <https://www.clinicamedrano.com/5-cosas-que-deberias-saber-sobre-los-ovarios-poliquisticos>.

Merchán, N. (2017). Enseñanza de anatomía: una experiencia a partir de cuestionamientos propuestos en situaciones contextuales. *Escenarios*, 11(1), 131-138.

Merino, P. M., Schulin-Zeuthen, P. C., Cannoni, B. G. y Conejero, R. C. (2015). Síndrome de ovario poliquístico: diagnóstico en la adolescencia. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 26(1), 88-93.

Molina, J. V., Santander, C. M., Quezada, F. C. R., Montesdeo, C. D., Encalada, A. S., Gavilanez, M. C. y Barros, J. C. (2019). Técnica de aplicación de insulina y su relación con lipodistrofia en pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 1. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 38(1), 1-5.

Muñoz-Cadavid, M. A., & Revenga-Sánchez, M. (2005). Aprendizaje y educación afectivo-sexual: una revisión de los planteamientos iniciales del aprendizaje de las cuestiones sexuales.

Navy, S., Edmondson, E., Maeng, J., Gonczi, A. y Mannarino, A. (2019). How to Create Problem-Based Learning Units. *Science and Children*, 56(5), 68.

Norooz, L., Mauriello, M. L., Jorgensen, A., McNally, B. y Froehlich, J. E. (2015). BodyVis: a new approach to body learning through wearable sensing and visualization. *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1025-1034).

Nouveliére, L. E. M., García, F. G. y Rodríguez, J. A. N. (2016). Homeostasis en la ciencia escolar: análisis del tema y resultados de una propuesta para su trabajo en el aula. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (30), 137-149.

Núñez, G., Mazzitelli, C. y Vázquez, S. (2007). ¿Qué saben nuestros alumnos sobre alimentación y nutrición? *Revista Iberoamericana de Educación*, 43(5), 1-8.

Olafsson, A. S., & Sigurjonsdottir, H. A. (2015). Increasing prevalence of Addison disease: results from a nationwide study. *Endocrine Practice*, 22(1), 30-35.

Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado. (Orden de 14 de julio de 2016). *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*, nº 144, 2016, 28 julio.

Orden ECD/65/ 2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato (Orden ECD/65/ 2015). *Boletín Oficial del Estado*, nº 25, 2015, 29 enero.

Pereira, L. F., & López, A. P. (2018). Diagnóstico y monitorización de las enfermedades autoinmunes. Madrid: Elsevier Health Sciences.

Pérez de Eulate, L. (1993). Utilización de los conceptos previos de los alumnos en la enseñanza-aprendizaje de conocimientos en biología. La nutrición humana: una propuesta de cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 91-92.

SanAgustín, A. (2019). Pictoeduca. La función de relación: el sistema endocrino. [Imagen]. Recuperada de <https://www.pictoeduca.com/leccion/196/el-cerebro/pag/1410>

Plan de Centro I.E.S. Luis Bueno Crespo (Armillá, Granada). Curso 2018-2019.

Portal educativo. (2009). Portal educativo-conectando neuronas. El ciclo menstrual. [Imagen]. Recuperada de https://www.portaleducativo.net/biblioteca/ciclo_menstrual.jpg

Posada, C. M., & Arboleda, L. C. (2018). Anomalías del Cariotipo en Cretinismo Endémico. *Revista Colombiana de Endocrinología, Diabetes & Metabolismo*, 4(2), 315-317.

Pozo-Tamayo, A., Cubero, J. y Ruiz, C. (2015). Conocimientos previos en Anatomía y Fisiología del Aparato Reproductor de un grupo de estudiantes de Secundaria de un Centro Penitenciario Español. Repositorio Universidad de Extremadura.

Qureshi, A., Rizvi, F., Syed, A., Shahid, A. y Manzoor, H. (2014). The method of loci as a mnemonic device to facilitate learning in endocrinology leads to improvement in student performance as measured by assessments. *Advances in physiology education*, 38(2), 140-144.

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato (Real Decreto 1105/2014, 26 de diciembre). *Boletín Oficial del Estado*, nº 3 2015, 3 enero.

Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria (Real Decreto 1631/2006, 29 de diciembre). *Boletín Oficial del Estado*, nº 5, 2007, 5 enero.

Reiter, R. J., Tan, D. X., y Fuentes-Broto, L. (2010). Melatonin: a multitasking molecule. *Progress in brain research*, 181(1), 127-151.

Richard, R. (2016). Sanesco Health. [Imagen]. Recuperada de <https://sanescohealth.com/wp-content/uploads/2016/07/Thyroid-Feedback-and-TSH.png>

Robertson, G. L. (2016). Diabetes insipidus: Differential diagnosis and management. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 30(2), 205-218.

Roca, A. J. (2005). *Fisiología endocrina*. Madrid: Academia Nacional de medicina.

Rojas, D. (2017). Manejo de los tumores de hipófisis. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 28(3), 409-419.

Romero, R. (2015). Aristóteles; Pionero en el estudio de la anatomía comparada. *Int. J. Morphol.*, 33(1):333-336.

Rosenfield, R. L., & Ehrmann, D. A. (2016). The pathogenesis of polycystic ovary syndrome (PCOS): the hypothesis of PCOS as functional ovarian hyperandrogenism revisited. *Endocrine reviews*, 37(5), 467-520.

Ruiz-Ortiz, K. (2013). Sistema endocrino. [Imagen]. Recuperada de <https://es.slideshare.net/AlanWake28/sistema-endocrino-18670285>

Sabonet-Morente, L., Carrasco-Catena, A., Castro, A., González, M. y Cano, A. (2015). Regulación de las modificaciones óseas en la madre durante la gestación. *Revista de Osteoporosis y Metabolismo Mineral*, 7(1), 27-32.

Sánchez, R. R., Lira, A. J., Perales, M. S. y Alonso, L. D. R. M. (2018). Nivel de conocimientos, estilos de vida y control glucémico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. *Revista ENE de Enfermería*, 12(1).

Sánchez-Torres, W. C., Acosta, A. F. U. y Restrepo, J. C. R. (2019). El cine: una alternativa de aprendizaje. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 11(20), 39-62.

Sanders, S. & Debuse, M. (2004). Lo esencial en sistema endocrino y aparato reproductor. Elsevier.

Sellers, C. S. & Akers, R. L. (2018). Social learning theory: Correcting misconceptions. In *The essential criminology reader* (pp. 89-99). Routledge.

Servant-Miklos, V. F., Norman, G. R., y Schmidt, H. G. (2019). A Short Intellectual History of Problem-Based Learning. *The Wiley Handbook of Problem-Based Learning*, 3.

Soma, K. K. (2006). Testosterone and aggression: Berthold, birds and beyond. *Journal of neuroendocrinology*, 18(7), 543-551.

Sonia, J., & Caverio, D. (2018). Objeto de aprendizaje para clase taller en la asignatura sistemas nervioso, endocrino y reproductor. In *morfovirtual*.

Suárez-Sánchez, M. S. & Patiño-Marquina, F. (2003). Ideas previas del alumnado de enseñanza secundaria sobre nutrición. *Revista Apuntes*, 9.

Tassone, V. C., O'Mahony, C., McKenna, E., Eppink, H. J., y Wals, A. E. (2018). (Re-) designing higher education curricula in times of systemic dysfunction: a responsible research and innovation perspective. *Higher Education*, 76(2), 337-352.

Testut, L. & Latarjet, A. (1983). Compendio de anatomía descriptiva. Barcelona: Salvat.

Thibodeau, G.A., & Patton, K. (2007). Anatomía y Fisiología. 6ª ed. Madrid: Elsevier.

Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2013). Principios de anatomía y fisiología. Madrid: Médica Panamericana.

Tresguerres, J. (2005). Fisiología Humana. Madrid: McGraw Hill-Interamericana

Vanderpump, M. P. (2011). The epidemiology of thyroid disease. *British medical bulletin*, 99(1).

Vázquez-Alonso, A., & Manassero-Mas, M. A. (2016). Los contenidos de ciencia, tecnología y sociedad en los nuevos currículos básicos de la educación secundaria en España. *Indagatio Didactica*, 8(1), 1017-1032.

Yew, E. H., & Goh, K. (2016). Problem-based learning: an overview of its process and impact on learning. *Health Professions Education*, 2(2), 75-79.

ANEXOS

ANEXO I. Cuestionario tipo Plickers resuelto. Elaboración propia. Imprimido desde la página web de Plickers.

Sistema endocrino

- 1 ¿Cuál de las siguientes funciones no es propia del sistema endocrino?
 - A Regir el transporte de sustancias a través de las membranas de las célula
 - B Controlar la intensidad de funciones químicas en las células
 - ☒ Regular el crecimiento y desarrollo de los tejidos

- 2 ¿Cuál de las siguientes no es una glándula endocrina?
 - ☒ Glándula de Fabio
 - B Ovario
 - C Glándula pineal

- 3 ¿Cuál de las siguientes no es una de las consecuencias habituales del hipertiroidismo?
 - A Disminución de peso
 - B Taquicardia
 - ☒ Aumento de peso
 - D

- 4 ¿De qué tipo son las hormonas sexuales femeninas?
 - ☒ Esteroideas
 - B Aminas
 - C Proteicas

- 5 ¿Cuál es la hormona producida por los testículos?
 - A Adrenalina
 - ☒ Testosterona
 - C ACTH

ANEXO II. Prueba escrita de conocimientos resuelta

Examen de la Unidad Didáctica “Sistema Endocrino”

Apellidos y nombre:

Fecha:

Lee tranquilamente cada cuestión. Si tienes alguna duda, no dudes en preguntarla en voz alta. Todas las preguntas tienen el mismo valor.

¡Buena suerte!

1. **Elabora una tabla donde se recojan al menos 4 diferencias entre el sistema nervioso y el sistema endocrino.**

Características	Sistema Nervioso	Sistema Endocrino
Moléculas mediadoras	Neurotransmisores liberados localmente como respuesta a impulsos nerviosos	Hormonas liberadas a la sangre y van hacia los tejidos o glándulas de todo el cuerpo
Vía utilizada	Nervios	Sangre
Tipos de célula diana	Células musculares, células glandulares, neuronas	Células de todo el organismo
Duración de la respuesta	Corta (milésimas de segundo)	Larga (segundos, horas o días)
Velocidad de la respuesta	Rápida (milésimas de segundo)	Lenta (segundos, horas o días)
Funciones que coordina y regula	Las que exigen respuestas rápidas como locomoción	Las que exigen respuestas mantenidas como crecimiento y desarrollo

2. **¿Qué hormonas libera la neurohipófisis?**

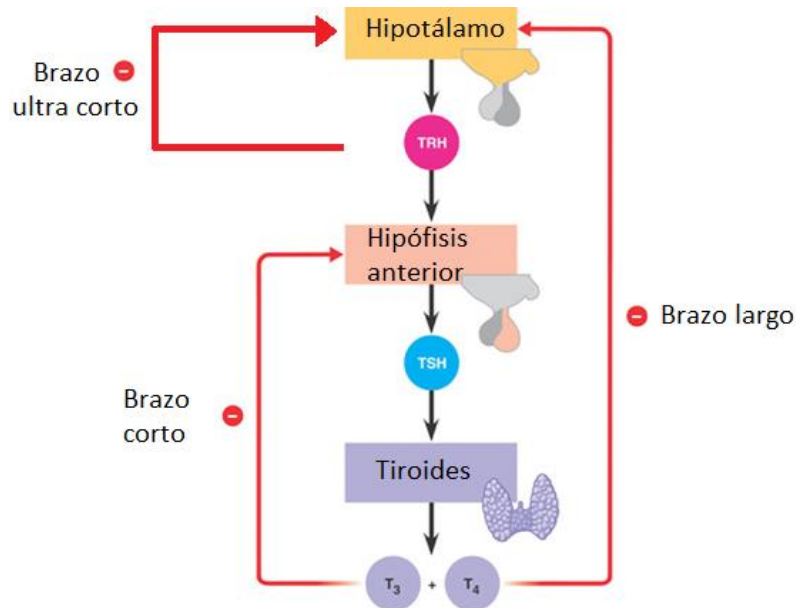
La vasopresina u hormona antidiurética (ADH) y la oxitocina.

3. **¿Cuál es el factor de riesgo modificable más importante que puede dar lugar al Síndrome de ovarios poliquísticos (SOP)?**

La obesidad

4. **Elabora un esquema donde se detallen las partes de la retroalimentación negativa usando como ejemplo una cascada hormonal a elegir.**

En este caso, se usa la hormona tiroidea:



5. **¿Cuál es la función de la hormona tiroidea?**

Mantener un nivel adecuado del metabolismo en los distintos tejidos del organismo.

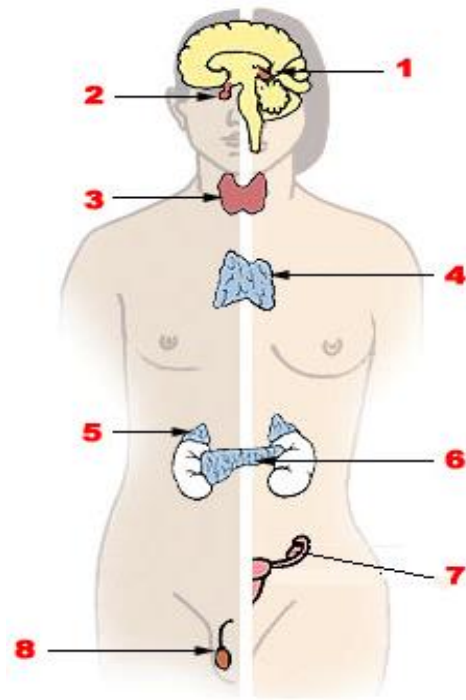
6. **¿Qué síntomas se presentan en la enfermedad denominada diabetes insípida?**

Sed constante y una abundante eliminación de orina debido a la falta de hormona antidiurética.

7. **¿Cuáles son las hormonas que entran en juego en la adolescencia?**

Las hormonas sexuales: estrógenos, progesterona y andrógenos

8. Nombra las glándulas endocrinas localizadas en las siguientes áreas del cuerpo:



- 1- Hipotálamo
- 2- Hipófisis
- 3- Glándula tiroides
- 4- Timo
- 5- Glándulas suprarrenales
- 6- Páncreas
- 7- Ovario
- 8- Testículo

9. ¿Cuáles son las seis hormonas principales secretadas por la adenohipófisis?

Hormona del crecimiento, Prolactina, Tirotrópica, Hormona Adrenocorticotropa, Hormona luteinizante y Hormona folículo estimulante.

10. Nombra algún desorden relacionado con el sistema endocrino.

Respuesta libre

ANEXO III. Cuestionario de evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje

Nombre del alumno/a (*):

Grupo/clase:

Por favor, responda sinceramente el siguiente cuestionario puesto que no será evaluado por el profesor y su único fin es tratar de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

		1	2	3	4
1	El docente explica los contenidos con claridad				
2	El profesor comenta los criterios de evaluación, antes de ponerlos en práctica.				
3	Favorece un clima de trabajo cooperativo.				
4	La metodología empleada me ha sido útil para alcanzar los objetivos de la unidad didáctica				
5	El ritmo de trabajo en clase es adecuado				
6	Las tareas planteadas en esta unidad me han ayudado a entender los contenidos mejor				
7	Cualquier observación que quieras realizar sobre la sesión:				

Relación cualitativa de la valoración numérica:

- 1) Totalmente en desacuerdo
- 2) Parcialmente en desacuerdo
- 3) Parcialmente de acuerdo
- 4) Totalmente de acuerdo

(*) Las casillas marcadas con asterisco son de carácter opcional.

ANEXO IV. Escala de observación de comportamiento y actitudes en clase. Cada indicador se evalúa del 1 al 10 siendo 1 el aspecto más negativo y el 10 el aspecto más positivo. La valoración final sería la suma de todos los indicadores. Elaboración propia.

Curso académico:	Grupo de clase:
-------------------------	------------------------

[illegible]

ANEXO V. Rúbrica de evaluación de la metodología ABP en relación con la unidad didáctica el sistema endocrino y sus alteraciones.

APELLIDOS Y NOMBRE:	CURSO ACADÉMICO:	GRUPO DE CLASE:
----------------------------	-------------------------	------------------------

ASPECTO	VALORACIÓN				PUNTOS
	4	3	2	1	
Tiempo y trabajo en clase	El póster se ha entregado y se ha hecho a su debido tiempo. Los estudiantes han invertido correctamente su tiempo en el periodo de clases para la elaboración del póster. No se han distraído nunca en otras cosas y se han centrado en la elaboración del póster.	El póster se ha entregado y se ha hecho a su debido tiempo. Los estudiantes han invertido correctamente su tiempo en el periodo de clases para la elaboración del póster. Normalmente se han centrado en la elaboración del póster y rara vez se han distraído con otras cosas.	El póster se ha entregado y se ha hecho a su debido tiempo. Los estudiantes han invertido algo de su tiempo en el periodo de clases para la elaboración del póster. A veces se centraban en elaborar el póster pero en ocasiones se distraían con otras cosas.	El póster se ha entregado a tiempo, pero se ha necesitado terminarlo en casa. Los estudiantes no se han centrado en elaborar el póster en clase y se han distraído constantemente con otras cosas.	
Información	La información del póster es relevante, completa, clara y tiene un lenguaje científico adecuado y correcto.	La información del póster tiene al menos tres de estas características: es relevante, completa, clara y tiene un lenguaje científico adecuado y correcto.	La información del póster tiene al menos dos de estas características: es relevante, completa, clara y tiene un lenguaje científico adecuado y correcto.	La información del póster tiene una o ninguna de estas características: es relevante, completa, clara y tiene un lenguaje científico adecuado y correcto.	

Interpretación de resultados	Los estudiantes relacionan adecuadamente la fisiología del sistema endocrino con la enfermedad planteada. Comprenden su regulación y la alteración producida. Promocionan la prevención de la alteración si es posible. Indagan si hay centros de la provincia donde se realicen investigaciones relacionadas.	Los estudiantes relacionan adecuadamente la fisiología del sistema endocrino con la enfermedad planteada. Encuentran dificultad en comprender su regulación y la alteración producida. Promocionan la prevención de la alteración si es posible. Indagan si hay centros de la provincia donde se realicen investigaciones relacionadas.	Los estudiantes relacionan adecuadamente la fisiología del sistema endocrino con la enfermedad planteada. Encuentran dificultades o no comprenden su regulación y la alteración producida. No promocionan la prevención de la alteración. No indagan si hay centros de la provincia donde se realicen investigaciones relacionadas.	Los estudiantes no relacionan adecuadamente la fisiología del sistema endocrino con la enfermedad planteada. No comprenden su regulación y la alteración producida. No promocionan la prevención de la alteración. No indagan si hay centros de la provincia donde se realicen investigaciones relacionadas.	
Apariencia global	Los estudiantes emplean recursos para facilitar la lectura, los elementos visuales son atractivos y relacionados con el tema. Es creativo y original.	Los estudiantes emplean recursos para facilitar la lectura, los elementos visuales son poco atractivos y relacionados con el tema. Es bastante creativo y original.	Los estudiantes emplean recursos visuales que dificultan la lectura. No es muy atractivo. Es poco creativo y original.	Recurre al empleo de elementos distractores. No es una propuesta original y resulta poco creativa.	
Organización y claridad de exposición	La exposición es clara, y está planeada. Recoge las partes fundamentales del proyecto y es entendible por parte de la audiencia.	La exposición es clara, y está planeada. No recoge todas las partes fundamentales del proyecto. Es entendible por parte de la audiencia pero hacen falta más datos.	La exposición no es clara y está bien planeada. No recoge las partes fundamentales del proyecto y es confusa por parte de la audiencia.	La exposición es mala. No guarda relación con del proyecto y no es entendible por parte de la audiencia.	
TOTAL					

ANEXO VI. Prueba escrita de conocimientos de recuperación resuelta. Algunas de estas preguntas están extraídas del Proyecto Biosfera.

Examen de recuperación de la Unidad Didáctica “Sistema Endocrino”

Apellidos y nombre:

Fecha:

Lee tranquilamente cada cuestión. Cada pregunta tiene una peculiaridad distinta: señala la respuesta correcta con un círculo en caso de las preguntas tipo test; relaciona con una flecha en caso de las preguntas de relacionar conceptos o rellena los huecos en blanco del texto. Todas las preguntas tienen el mismo valor.
¡Buena suerte!

1. ¿Cómo funciona el sistema endocrino? Trata de completar los huecos en blanco del texto

El Sistema Endocrino está formado por unos órganos denominados glándulas endocrinas que secretan unas sustancias denominadas hormonas. Dichas sustancias son transportadas por la sangre y ejercen su acción sobre otros órganos denominados diana. El exceso o el déficit de hormonas, puede producir enfermedades, por ejemplo, la diabetes, que se trata mediante el suministro externo de la hormona insulina

2. Los aparatos o sistemas que controlan las funciones vitales son:

- a) El Aparato Circulatorio y el Sistema Nervioso.
- b) El Aparato Digestivo y el Sistema Nervioso.
- c) El Sistema Endocrino y el Sistema Nervioso.**
- d) El Sistema Endocrino y el Sistema Reproductor

3. La acción del Sistema Nervioso se realiza

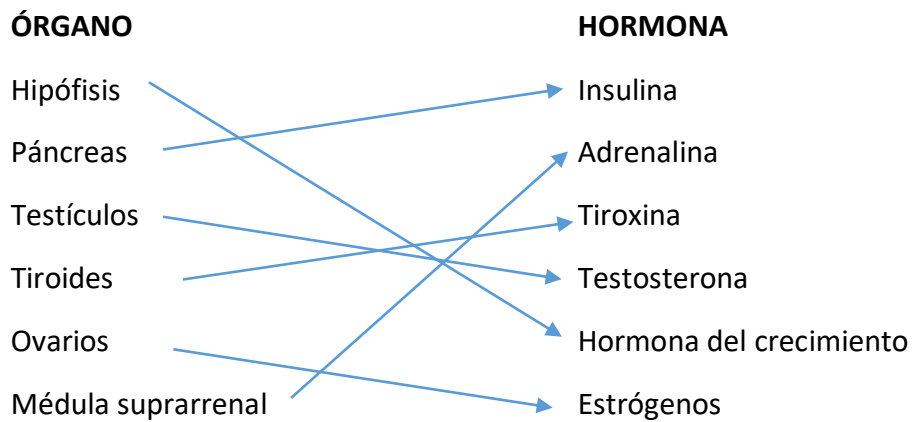
- a) De forma rápida y a corto plazo**
- b) De forma instantánea.
- c) De forma lenta y a largo plazo
- d) De forma lenta y a corto plazo

4. El mecanismo de autorregulación hormonal se denomina:

- a) Retroalimentación**
- b) Regeneración

- c) Inhibición
- d) Replicación

5. Relaciona cada hormona con el órgano que la secreta:



6. Una forma de prevenir los efectos de la Diabetes y del SOP es:

- a) Ingerir dietas con bajo contenido en azúcares
- b) Ingerir dietas con bajo contenido en Calcio
- c) Ingerir dietas con bajo contenido en proteínas
- d) Ingerir dietas con bajo contenido en Sodio

7. La glándula pineal secreta:

- a) Melatonina
- b) Oxitocina
- c) Insulina
- d) Tiroxina