

PROYECTO NATURA



07/05/20
25

Regulación circadiana de los genes reloj y repercusiones en la salud cardiovascular: una aplicación didáctica

La regulación circadiana está controlada por un conjunto de genes reloj cuya expresión va oscilando para sincronizar procesos fisiológicos clave como el sueño, el metabolismo, la secreción hormonal o la función cardiovascular. La alteración de estos ritmos moleculares se ha relacionado con una mayor susceptibilidad a patologías, especialmente cardiovasculares y metabólicas. Este Trabajo Fin de Grado se enmarca en el proyecto de innovación docente “Projectes

Natura” de la Facultad de Ciencias Biológicas, y presenta una propuesta didáctica dirigida a estudiantes de 4º de Educación Secundaria Obligatoria sobre la genética de los ritmos circadianos y su repercusión en la salud.

Mediante una unidad didáctica basada en la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), se abordan contenidos de genética molecular, incluyendo la expresión génica y los mecanismos de retroalimentación transcripcional en el contexto de la pregunta “¿Por qué dormimos?”. Al realizar la propuesta con estudiantes reales, se ha podido observar y llegar a conclusiones sobre la motivación del alumnado, su comprensión de los conceptos y su capacidad para establecer conexiones entre la genética y condiciones de salud en la vida real.

Los resultados sugieren que el enfoque llevado a cabo facilita el aprendizaje significativo de conceptos complejos y promueve la reflexión crítica sobre la relación entre genética, estilo de vida y prevención de enfermedades. Por esto, concluyo que integrar contenidos de ciencias biológicas en proyectos de este estilo es una herramienta eficaz para fomentar el aprendizaje científico en etapas educativas tempranas.

PROJECTE NATURA

REGULACIÓN CIRCADIANA DE LOS GENES RELOJ Y REPERCUSIONES EN LA SALUD CARDIOVASCULAR: UNA APLICACIÓN DIDÁCTICA

1. EQUIP PARTICIPANT

ÀREA TEMÀTICA: Genètica					
Títol del projecte: "¿Por qué dormimos?"					
	Nom i Cognoms	Centre	Localitat	Telèfon de contacte	Correu electrònic
Alumne/a UVEG	Manuel Legorburo Torres	UV	Valencia		
Professor/a de la UVEG	Carolina Rausell Segarra	UV	Valencia		
Professor/a de secundària	Jose María González Montero				
Mestre/a de Primària	Jose María González Montero				

ALUMNES DE SECUNDÀRIA PARTICIPANTS	Curs	Assignatura
25 alumnes	4ºESO	Biología
24 alumnes	4ºESO	Biología

Nombre d'alumnes de primària que poden participar:

Curs recomanat: 1º ESO

PROJECTE INTERDEPARTAMENTAL SI/NO: NO

DEPARTAMENTS QUE INTERVENEN:

2. OBJECTIUS

2.1 TEMA EN QUÈ S'ENMARCA EL PROJECTE: *Contextualització del projecte dins d'un marc temàtic concret de les Ciències Naturals*

Bloc temàtic de primària i de secundària:

En 1º de Educación Secundaria se relaciona con el bloque "El cuerpo humano y la salud". En 4º de Educación Secundaria se vincula con los bloques "La salud y la enfermedad" y "La transmisión de la vida", incluyendo contenidos sobre el sistema nervioso, el sistema endocrino, la genética y los ritmos circadianos.

2.2 CONCEPTE A TRANSMETRE: *quin és el concepte, idea bàsica o contingut essencial sobre el que es va a treballar?*

Idea principal: Comprender la importancia del sueño en la salud humana, explorando cómo los ritmos circadianos regulan funciones fisiológicas y cómo factores genéticos y ambientales influyen en este proceso.

Paraules clau: Sueño, ritmos circadianos, salud, genética, sistema nervioso, cronobiología.

2.3 OBJECTIUS:

Dentro del proyecto desarrollado, se plantearon una serie de objetivos a cumplir y evaluar tras la finalización de este.

En primer lugar, uno de los principales fines era favorecer la **divulgación científica**. Para ello, se buscaba transmitir de manera accesible y comprensible a estudiantes de 4º de ESO los fundamentos genéticos relacionados con el sueño, la expresión génica y sus repercusiones en la salud, especialmente en la salud cardiovascular.

En segundo lugar, se buscaba aplicar la metodología del **aprendizaje-servicio**, involucrando a los estudiantes de 4º de ESO en la realización de una sesión educativa para alumnos de 1º de ESO. Como ya se ha comentado al hablar de los objetivos del ApS, se pretendía promover un aprendizaje relacionado con los contenidos tratados en clase y fortalecer su compromiso social (Red Española de Aprendizaje-Servicio, s.f.).

En tercer lugar, otro objetivo era el **desarrollo de competencias y habilidades específicas**. Al pensar y llevar a cabo este proyecto, no solo se pretendía que los alumnos aprendieran conceptos relacionados con la genética, sino también habilidades comunicativas, trabajo en equipo y pensamiento crítico.

A la hora de evaluar el proyecto, se ha visto qué parte de los conocimientos se han afianzado mejor y cuáles no han calado en los alumnos; al igual que se ha visto qué habilidades han adquirido, como el trabajo en equipo, la planificación y la creatividad.

2.4. COMPETÈNCIES BÀSIQUES

Aunque son muchas las competencias directa o indirectamente trabajadas, cabe destacar unas cuantas de estas.

En primer lugar, la **comunicación** lingüística, que se ha trabajado al preparar y presentar contenidos científicos de forma clara y adecuada al entendimiento del público receptor.

En segundo lugar, destaco la **competencia social y cívica**, pues mediante la participación en actividades de aprendizaje-servicio que benefician a la comunidad educativa se trabaja promoviendo esto.

Por último, quiero destacar el trabajo para adquirir **competencias de adaptación del aprendizaje**. Tanto los alumnos como yo mismo, hemos reflexionado previamente sobre el tema con un amplio conocimiento (diferente en cada caso), y hemos aprendido a adaptarlo, para lo que hemos debido conseguir un gran manejo de lo aprendido.

3. MATERIALS I METODOLOGIA

3.1. Materials

3.1.1. Recursos digitales y tecnológicos

En primer lugar, el soporte que me ha acompañado durante todas las sesiones ha sido una presentación de **PowerPoint** (ver anexo 1). Esta me permitió interactuar con los alumnos de una mejor manera, pues al ser animada, podía ir realizando preguntas antes de mostrar toda una diapositiva, por ejemplo. También sirvió como apoyo visual, pues algunos de los conceptos resultaban más fáciles de entender con imágenes y además me ha permitido tener una estructura clara y organizarme temporalmente para distribuir los contenidos para cada sesión. Dentro de esta presentación también incluí un vídeo que me permitió explicar de manera visual y rápidamente los [efectos de la falta de sueño](#), con unas animaciones muy llamativas.

Dentro de esta presentación, se han incluido varios cuestionarios. He recurrido a diferentes herramientas de las que dispongo gracias a mi cuenta de correo institucional. La primera de ellas es **Wooclap**, un instrumento digital con el que he podido diseñar en primer lugar un simple cuestionario de conocimientos previos. En este cuestionario que los alumnos realizaron el primer día, incluí seis preguntas, de las cuales una era de respuesta libre y el resto tipo test (ver anexo 2). Así, pude evaluar sus conocimientos previos, saber en cuáles hacía falta un mayor recordatorio, y pude introducir el tema de la complejidad genética y del sueño de una manera orgánica. Tras la corrección con imágenes explicativas sobre estas preguntas, continué apoyándome en la presentación.

En la última sesión, usé otro cuestionario que esta vez había preparado usando **Quizlet**. Esta plataforma me permitió definir todos los conceptos importantes que habíamos tratado durante las sesiones, emparejando

cada concepto con su definición. De esta manera, pudimos realizar a modo de juego por equipos en competición una evaluación de lo que habían aprendido. Para ello, usé una modalidad en la aplicación que de manera aleatoria organiza a los jugadores en varios equipos. Tras separarse en los grupos formados, cada miembro tiene una definición distinta, y todos tienen el mismo concepto asignado, por lo que deben colaborar y participar todos para pulsar en el móvil que corresponda a la respuesta correcta. Solo tras acertar doce preguntas correctamente gana un equipo, pero si se falla una, se vuelve a empezar, y esta vez las preguntas cambian cogiendo al azar otras de la batería creada previamente. Esto permitió que los alumnos acabaran de afianzar conceptos importantes, que lo pasaran bien y que participaran con entusiasmo.

Como mecanismo de evaluación del proyecto volví a recurrir a **Wooclap**. Creé unas preguntas que permitieron examinar cada parte de la actividad, tanto cuál les había parecido más compleja de entender, como cuál les había resultado más útil o interesante, y si había algo que habrían hecho distinto. Estos resultados, que fueron muy favorables, se encuentran recogidos en el anexo 7.

Finalmente, los propios alumnos de 4º de secundaria prepararon una breve presentación de **Canva** que usaron de guía para la sesión que organizaron a sus compañeros de 1º. En ellas incluyeron algunas imágenes y dos actividades dinámicas para generar interés y motivación (ver anexo 5).

3.1.2. Materiales físicos

Algunos de los elementos usados también fueron físicos. Entre estos se incluyen los móviles que usaron para las encuestas y cuestionarios y el ordenador y proyector que usé para presentar.

Para una de las actividades usé unas tablas que imprimí y repartí a cada alumno en la que debían apuntar el pulso en diferentes situaciones a lo largo de un día para poder plantear hipótesis sobre la variación de este y comprobarlo con datos reales, discutir los resultados, justificar aquellos inusuales... (ver anexo 3). En esta actividad también empleé hojas milimetradas, que cada alumno usó para la representación de los datos obtenidos, tanto los suyos como los de algunos chicos y chicas de la clase.

Además, preparé con unas cartulinas, cartones y velcro unos genes y proteínas esquemáticos que repartí a cada alumno para que pudieran ver de manera simplificada los mecanismos de activación y represión génica. Diseñé un juego para que usando estos, en varias situaciones propuestas por mí, el alumnado decidiera si se activaba o no la expresión de los genes y ellos mismos fueran contestando qué pasaría en cada una de ellas con las distintas moléculas (genes y proteínas) (ver anexo 4).

En último lugar, para la actividad de la última sesión preparé los materiales necesarios para hacer unas maquetas del corazón que permitieran explicar de manera visual el pulso y la presión sanguínea, y que además sirvieran para hacer algo manual, equivocarse, volver a probar, ayudarse entre compañeros... Para esto preparé varios botes (uno para cada dos alumnos), pajitas, globos, cinta adhesiva y palillos (ver anexo 6).

Metodologia:

En cuanto a las metodologías docentes empleadas, antes de todo, cabe resaltar que todo lo realizado se ha enmarcado en el enfoque del ApS. Se buscó que esta metodología sirviera como una guía para todo el proyecto, permitiendo que los alumnos mayores no solo adquirieran conocimientos, sino que los afianzaran y los adaptaran para sus compañeros más pequeños del colegio. Además, dentro de estas directrices, se persiguió una divulgación científica adaptada, que no solo fue realizada por mi parte, sino también por los alumnos mayores hacia los menores.

En segundo lugar, las actividades que he diseñado han sido pensadas para fomentar el trabajo en equipo y permitir un **aprendizaje cooperativo**. Esto se ha conseguido tanto dentro de la clase de 4º, en la que han participado en diferentes actividades tanto en parejas, en grupos, toda la clase en conjunto, como con los chavales más pequeños, con los que han colaborado, además de trabajar conjuntamente para organizar sus actividades.

Algo que tenía claro que quería implantar era el uso de **métodos activos e inclusivos**, para fomentar la participación, la curiosidad sobre el tema y generar interés sobre la genética. Sin dejar de lado la seriedad y formalidad de una actividad como esta, he usado la **gamificación** para llamar la atención de los alumnos. He utilizado elementos lúdicos como experimentos o juegos competitivos para reforzar y motivar a los estudiantes. Lo anterior, junto con una **enseñanza basada en la indagación**, en la que he podido realizar preguntas y promover la exploración activa, es lo que ha permitido que los alumnos comprendan la base de la genética del sueño y los ritmos circadianos, resultándoles una actividad atractiva y mostrando una escucha y una participación activas.

Obviamente, no he dejado de lado el **método expositivo**, ya que resultaba imprescindible usar explicaciones teóricas apoyadas en un soporte en presentación animada, que permitiera guiar mi intervención, completar con imágenes, ejemplos, plantear en ella preguntas...

Se ha buscado integrar todo lo explicado con los conocimientos previos que los alumnos tenían sobre el tema. Para facilitar la comprensión, realicé un pequeño cuestionario que me permitiera hacerme una idea de qué conceptos ya tenían interiorizados y en qué otros debía hacer más hincapié. Además, el profesor de Biología me comentó con detalle todo lo que ya habían estudiado de genética molecular, lo que me facilitó mucho el trabajo. Esto se basa en la teoría del **aprendizaje significativo** de Ausubel (2000), que ha sido clave en el desarrollo del proyecto (Moreira, 2005).

Lloc i /o requeriments d'espai:

Como espacios empleados se encuentran tanto el aula en la que realicé la mayoría de las sesiones, como el laboratorio en el que se llevó a cabo la cuarta de estas y el aula de tecnología que sirvió para organizar la actividad para 1º de la ESO.

Como plataformas de comunicación he usado el correo electrónico en una primera instancia, tanto para comunicarme con la dirección del centro como con el profesor José María, y más tarde el teléfono móvil de este. Además, estuve en contacto con los alumnos por mail para coordinar la actividad y presentación que prepararon.

4. DESCRIPCIÓN DETALLADA

A continuación, describiré el proyecto desarrollado. Este se ha dividido en dos partes principales, la realizada con los alumnos de biología de 4º de la ESO (sesiones 1 a la 4) y la realizada con los estudiantes de 1º de la ESO (sesión 5).

Sesión 1

En la primera sesión pude empezar directamente con la explicación pues el día anterior había acudido a conectar mi ordenador y comprobar que todo funcionaba correctamente. Así, nada más llegar, José María me presentó a los alumnos pues me conoce porque también fue mi profesor durante mi etapa de secundaria. Yo les conté brevemente sobre mí, hablándoles sobre la carrera que estoy acabando y mi interés desde pequeño por la ciencia y la educación, para poder generar un pequeño vínculo que hiciera que confiaran en mí y participaran más. Tras preguntarles sus nombres e introducir brevemente que mi Trabajo de Fin de Grado se enmarcaba dentro de los “Projectes Natura” y que estos se basaban en la metodología del ApS, les manifesté la necesidad de que se tomaran en serio la actividad y que me preguntaran cualquier duda que tuvieran en cualquier momento.

A continuación, les realicé la encuesta de conocimientos previos a través de la plataforma Wooclap. Estas seis preguntas me sirvieron para ver qué conceptos tenían más claros y en qué otros debía insistir en la explicación para que no se confundieran. Pude introducir en la corrección de estas preguntas la influencia del ambiente en la expresión de los genes, la relación entre genes y cromosomas y la localización de estos dentro del núcleo celular, para que quedara totalmente claro dónde ocurre el mecanismo de transcripción y en qué compartimento celular el de traducción.

Con la última pregunta quise comprobar si eran conscientes de la relación entre la genética y el sueño, y les pregunté: ¿para qué sirve dormir? Algunos alumnos me contestaron, y seguidamente aproveché el tema para hablarles de Michel Siffre, el científico y aventurero francés que comenzó en 1962 a investigar en el ámbito de la **cronobiología humana**, campo que ayudó a fundar, pues estaba dedicado a entender los mecanismos de los ritmos biológicos. Para ello, se encerró dos meses en una cueva sin ninguna conexión del exterior, a oscuras y sin relojes u otras señales que le dijeran qué hora era. Se conectó a unos electrodos y registró cuando comía, cuando se iba a dormir y cuando se levantaba. Sus resultados fueron prometedores, pues se descubrió que el reloj interno que tenemos los humanos no se rige por un día de 24 horas, como ocurre en nuestro día a día (BBC News Mundo, 2022).

A continuación, expliqué el término “zeitgebers”, que viene del alemán y significa “sincronizador” o “temporizador”. Los “zeitgebers” son señales externas que regulan los ritmos circadianos y los sincronizan con el entorno. Estas señales actúan como referencias temporales para el reloj biológico interno, ayudando a regular múltiples procesos tanto fisiológicos como de comportamiento, afectando al ciclo sueño-vigilia, a la temperatura corporal y a la secreción hormonal. Recalqué que la luz era el más importante para los mamíferos, pues se ha estudiado su influencia directa sobre el núcleo supraquiasmático del hipotálamo, el principal regulador de los ritmos circadianos; aunque se ha investigado también acerca de la influencia de otros como la temperatura, la alimentación o la actividad física (Quante et al., 2019).

Tras esto, les introduje una actividad que quería que realizaran en casa, y les expliqué que consistía en medirse el pulso de manera manual durante diferentes momentos del día, y que quería también que apuntaran observaciones al respecto. Tras asegurarme de que todos sabían encontrarse el pulso, les repartí unas tablas para que lo apuntaran y les enfatiqué que era importante que lo completaran para una actividad que haríamos en otra sesión. No les expliqué en esos momentos en qué consistiría la actividad porque lo que me interesaba era que tuvieran margen para hacer las medidas si el primer día se les olvidaba tomar alguna de ellas, pues trabajaríamos con los datos el tercer día.

Sesión 2

Comencé la segunda sesión recordando brevemente lo que habíamos hablado de Michel Siffre el día anterior, y también los términos de “ritmo circadiano” y “zeitgebers”. Continué hablando de los genes y proteínas que se ven relacionados con el sueño, aunque solamente les hablé de CLK y PER, pues resultaba más asequible para ellos hacer esta simplificación en lugar de hablarles de todos los genes y proteínas involucrados realmente. Tras una aclaración sobre la nomenclatura de genes y proteínas, así como de su función principal en la célula y su localización dentro de esta, ya estaban listos para empezar a estudiar más profundamente el proceso de regulación de estos genes.

Para ello, había diseñado varias imágenes usando BioRender, que muestro en la presentación en el anexo 1. La primera de ellas sirvió para explicar el mecanismo de feedback negativo de manera simplificada, y una vez tuvieron esto claro, y uno de los alumnos explicó lo que había entendido del proceso, pasamos a analizar la segunda imagen, que era más compleja. En este esquema, se mostró la regulación anterior, pero completándola con la influencia del día y la noche en la expresión génica. Igual que en el caso anterior, pedí a un alumno que explicara lo que había entendido.

Aun así, como era consciente de que esta parte resultaba complicada, les repartí los genes y proteínas simplificados en los cartones con velcros que preparé y que se encuentran en el anexo 4. Así, podían entender de manera visual y a modo de juego cómo una proteína (CLK) activaba la expresión de varios genes actuando de activador, y cómo la otra proteína (PER) actuaba inhibiendo la actuación del primero, completando así el ciclo de autorregulación. Les propuse varias situaciones, varios momentos del día, diferentes influencias del ambiente, como por ejemplo el uso de móvil en horas cercanas a dormir, y les

pregunté qué pasaba en dicha situación, para que acabaran de comprender mediante la imagen y los cartones este proceso. Recalqué el hecho de que, dentro de este ciclo de regulación, se veían también reguladas varias proteínas diana, que regulaban importantes funciones fisiológicas, desde el sueño hasta la presión sanguínea.

A continuación, profundicé en que el sueño influía en la regulación de estos genes y en que se veía muy relacionado con el pulso, pues si está correctamente regulado, se observa un ritmo circadiano de este. Por último, quise hablarles de algunas de las maneras en las que se podía llegar a una desregulación circadiana. Explicué cómo el trabajo con turnos de noche afecta negativamente a la presión sanguínea, a la expresión de genes y proteínas, y también el concepto de jetlag social, la relación con frecuencias cardíacas elevadas y con niveles de cortisol aumentados.

Para acabar esta sesión, les puse un breve vídeo que hablaba de los [efectos de la falta de sueño](#). Les pedí que apuntaran lo que más les llamaba la atención, dudas y preguntas, para que estuvieran más atentos viéndolo, y cuando acabó estuvimos comentándolo entre todos.

Sesión 3

La tercera sesión comenzó recordando la regulación circadiana de CLK y PER con una de las imágenes que habíamos trabajado el día anterior. Tras este recordatorio, comencé a explicar de manera más profunda el pulso, la relación con el sueño, con la salud cardiovascular y otros indicadores de salud.

Explicué que el experimento que les había mandado el primer día para que realizaran en casa lo habían hecho para ver de primera mano cómo varía el pulso ante diferentes situaciones e intentar entender la razón de esto. Queríamos estudiar el pulso en reposo, nada más despertar, el efecto de un mayor funcionamiento del sistema digestivo después de comer, y el efecto del ejercicio físico. Planteamos algunas hipótesis juntos, aunque les ayudé cuando no se les ocurrieron más. Algunas que surgieron fueron que el pulso sería más elevado después de comer por un mayor funcionamiento del sistema digestivo, y que las personas que mejor forma física tuvieran tendrían un menor aumento de pulsaciones al realizar el ejercicio y una mayor recuperación pasado un minuto.

Después, repartí a cada uno una hoja milimetrada, y construimos juntos unos gráficos representando estos datos. A mí me interesaba mucho que aprendieran a colocar los ejes donde más convenía y decidir la escala más adecuada pensando en cuáles serían los valores más elevados y los más pequeños. Tras discutir esto, empecé a construir la misma gráfica que ellos en la pizarra, y tomé los resultados de 6 chicos y de 6 chicas para representarlos con diferentes colores. Les pedí que al mismo tiempo ellos fueran representándolos también en su hoja. Cuando estaban representados nos hicimos diferentes preguntas al respecto. Cuestionamos si veíamos diferencias significativas entre chicos y chicas, si observábamos un patrón claro de variación e incluso intentamos explicar un resultado anómalo con las observaciones apuntadas (pulso elevado en la mañana por el susto de la alarma al despertar).

Sesión 4

La última sesión con los alumnos mayores la realizamos en el laboratorio que se encuentra en el Colegio Escuelas Pías de Albacete. Para este día, había preparado varias actividades. La primera de ellas consistía en realizar una maqueta del corazón. Para ello, repartí un bote, un globo, dos pajitas y un palillo a cada pareja. Tras llenar el bote de agua cortaron el extremo alargado del globo con las tijeras y lo colocaron estirándolo sobre la apertura del bote sin la tapa. Después hicieron dos pequeños agujeros en el globo con el palillo, por donde introdujeron las dos pajitas, una de ellas con el extremo que sobresalía tapado con el trozo de globo que habíamos recortado y pegado con cinta adhesiva (ver anexo 6). Una vez las maquetas estuvieron construidas, se explicaron de nuevo algunos conceptos del pulso y se ampliaron con los de presión sanguínea, y se usó la maqueta construida para comprender estos conceptos de manera visual. Al pulsar con los dedos sobre el globo, el agua salía con más o menos presión según la fuerza ejercida, y con mayor o menor rapidez (pulso) según la velocidad con la que presionáramos.

A continuación, comencé a explicar en qué consistiría la actividad en la que evaluaríamos lo que habían aprendido usando Quizlet. Ya estaban familiarizados con la plataforma, por lo que fue realmente fácil. Se hicieron varias partidas en distintos equipos, en los que siempre vi colaboración activa de todos los miembros, lo que me parece algo importante a destacar.

Por último, les pedí que contestaran de manera honesta a una encuesta de evaluación sobre las sesiones que había estado trabajando con ellos a través de una serie de preguntas en Wooclap. Puesto que no teníamos suficiente tiempo, este día pude explicar la actividad que se llevaría a cabo con 1º de la ESO, pero esta fue preparada la semana siguiente.

Sesión 5

Esa misma semana me puse en contacto por mail con los alumnos de 4º de la ESO que iban a organizar la quinta sesión. La semana siguiente fui al colegio a acabar de matizar las ideas que tenían y repartir las tareas y roles, además de revisar la información que iban a explicar, así como la presentación que habían preparado.

La última sesión se realizó al día siguiente, y tanto los alumnos pequeños como los mayores la aprovecharon mucho. Los estudiantes de 4º de la ESO utilizaron el apoyo de una breve presentación para explicar a los alumnos de 1º de la ESO los conceptos que más interesantes les habían parecido de una manera simplificada y reducida pues solo contábamos con una hora de clase y eran alumnos más pequeños. Explicaron a partir de varias imágenes el contenido genético que tienen nuestras células, su relación con las proteínas, y las diversas funciones que estas pueden desempeñar, entre ellas, regular la expresión de los genes.

Después, dividimos a los alumnos en cuatro grupos de unas seis personas, y se les plantearon una serie de preguntas de verdadero o falso. Se hizo una pregunta a cada equipo por turno, y si acertaban se les

sumaba un punto. Esto fomentó la participación e interés por el juego y, además, les sirvió a los alumnos mayores para explicar algunos conceptos con mayor profundidad.

A continuación, siguieron con la explicación, esta vez relacionando lo anterior con los ciclos circadianos, y en cómo puede una desregulación de estos desencadenar una alteración en la expresión de los genes y por tanto en las funciones de las proteínas que codifican. Aprovecharon esto para hablar también del pulso y su relación con los ciclos circadianos, que se ejemplificó enseñándoles por grupos dos maquetas del corazón que ya habían preparado los mayores.

A continuación, se eligió un representante por grupo (y otros dos voluntarios), y se les pidió que midieran sus pulsaciones en reposo, justo después de hacer treinta segundos de saltos de tijera, y un minuto después de haber acabado. Los resultados se apuntaron en la pizarra, siendo los elegidos tres chicos y tres chicas, y se discutió qué el aumento de pulsaciones tenía una explicación fisiológica pues nuestro cuerpo requiere de una mayor energía y disponibilidad de oxígeno que se consigue haciendo que llegue más sangre. También se planteó la pregunta de si veíamos diferencias entre chicos y chicas, y llegamos a la conclusión de que no las había.

Por último, para ver qué habían aprendido y continuar con los puntos anteriormente conseguidos por equipos, se hizo un pequeño pasapalabra, en el que por turnos se planteaba una pregunta a cada grupo, que debía deliberar la respuesta y ser el representante el que contestara. Si acertaba, se sumaba un punto a ese grupo, pero si fallaba se pasaba al siguiente grupo. Este juego resultó muy divertido e interesante para repasar los conceptos aprendidos y afianzarlos.

5. CONCLUSIONS

En cuanto a la **participación y el desarrollo del proyecto**, este se ha implementado con éxito en el Colegio Escuelas Pías de Albacete, involucrando a 25 estudiantes de 4º de la ESO y 24 de 1º de la ESO bajo la supervisión del mismo profesor de biología en ambos grupos. A través de las cuatro sesiones formativas dirigidas a estos, los estudiantes de 4º de la ESO adquirieron conocimientos sobre la genética del sueño, la regulación circadiana y en particular, el impacto que esta puede tener en su salud cardiovascular. Posteriormente, en la quinta sesión, los alumnos mayores adquirieron un rol activo como divulgadores científicos, adaptando y transmitiendo lo aprendido a los más pequeños. Se ha evidenciado que la adaptación de contenidos y el enfoque interactivo han facilitado la comprensión.

Tratando la **evaluación del aprendizaje**, se realizaron cuestionarios tanto previos como posteriores sobre sus conocimientos (ver anexo 2). Los resultados mostraron una mejora en la identificación de las funciones de los genes y las proteínas, así como de los mecanismos de regulación. Además, los alumnos de 4º de secundaria manifestaron haber afianzado los conceptos mejor al preparar la adaptación de estos a sus compañeros de 1º.

Para evaluar la **percepción del proyecto** por parte de los alumnos, preparé una encuesta de satisfacción. Al 100% de los encuestados les pareció interesante la actividad. En una escala del 1 (no me ha gustado nada) al 5 (me ha encantado) un 85% la valoró con un 5 y el 15% restante con un 4. Al preguntar sobre la parte que más les había interesado, un 55% votó “El sueño y sus repercusiones en la salud”, un 30% “Los genes y proteínas reguladoras” y un 15% “El pulso y la salud cardiovascular”. Al preguntarles si querían añadir algo muchos alumnos expresaron que la manera de realizar la actividad dinámica les había parecido muy acertada. Estos resultados junto con el resto de las preguntas se recogen en el anexo 7.

Los datos obtenidos reflejan que la metodología del **aprendizaje-servicio** aplicada en este proyecto ha sido efectiva en la transmisión y consolidación del conocimiento sobre la genética del sueño y la regulación circadiana. Además, la experiencia educativa permitió un aumento significativo en el aprendizaje de los alumnos mayores, un impacto positivo en los alumnos de 1º de ESO, quienes adquirieron conceptos básicos sobre la importancia del sueño en la salud y el desarrollo de habilidades como la comunicación, la autonomía, el trabajo en equipo y la adaptación del conocimiento y el lenguaje científico. La valoración del profesor de secundaria, José María, relacionada con este tema se encuentra en el anexo 9.

6. VALORACIÓN DEL PROYECTE

Para concluir con mi **valoración personal**, en primer lugar, he reflexionado sobre mi aprendizaje personal. La realización de este TFG me ha aportado mucho tanto a nivel académico como personal, pues me ha hecho comprender la importancia de generar interés en los alumnos, de adaptar correctamente y con herramientas que faciliten la explicación los conocimientos escogidos, la necesidad de una correcta organización y planificación... Cabe destacar que este proyecto me ha resuelto las dudas que tenía sobre la educación como salida profesional, pues me ha permitido visualizarme a mí mismo en un papel de docente, y me he dado cuenta de que es algo que disfruto mucho. Además, he superado las dificultades que he encontrado por el camino con determinación, imaginación y he perdido los miedos que tenía de enfrentarme a un aula con adolescentes.

7. IMATGES DEL DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE



8. EXPOSICIÓ DE LES DIFICULTATS PER DESENVOLUPAR EL PROJECTE

Uno de los principales retos fue el imaginar maneras de simplificar conocimientos científicos para que resultaran más sencillos de entender, algo que conseguí exitosamente tras mucha meditación al respecto. También fue un desafío aprender a gestionar el tiempo y organizarme correctamente, lo cual superé con la ayuda de mi tutora Carolina y la realización del cronograma en el que prioricé las tareas según su relevancia en cada momento. También aprendí a superar cambios e imprevistos como la participación de los alumnos o la disponibilidad de poco tiempo.

9. BIBLIOGRAFIA

1. Quante, M., Mariani, S., Weng, J., Marinac, C. R., Kaplan, E. R., Rueschman, M., Mitchell, J. A., James, P., Hipp, J. A., Cespedes Feliciano, E. M., Wang, R., & Redline, S. (2019). Zeitgebers and their association with rest-activity patterns. *Chronobiology international*, 36(2), 203–213. <https://doi.org/10.1080/07420528.2018.1527347>
2. Young, M. E. (2023). Circadian rhythms in cardiovascular metabolism. *Circulation Research*, 132(4), 543-558. <https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/CIRCRESAHA.123.323520>
3. Ausubel, D. P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Springer.
4. Quante, M., Mariani, S., Weng, J., Marinac, C. R., Kaplan, E. R., Rueschman, M., Mitchell, J. A., James, P., Hipp, J. A., Cespedes Feliciano, E. M., Wang, R., & Redline, S. (2019). Zeitgebers and their association with rest-activity patterns. *Chronobiology international*, 36(2), 203–213. <https://doi.org/10.1080/07420528.2018.1527347>
5. Smith, J. G., & Sassone-Corsi, P. (2020). Clock-in, clock-out: circadian timekeeping between tissues. *The Biochemist*, 42(2), 6–10. <https://doi.org/10.1042/bio04202007>
6. Shafer, B. M., Kogan, S. A., & McHill, A. W. (2024). Pressure building against the clock: the impact of circadian misalignment on blood pressure. *Current Hypertension Reports*, 26(1), 31–42. <https://doi.org/10.1007/s11906-023-01274-0>
7. Instituto Nacional de Salud Infantil y Desarrollo Humano. (s.f.). *Ritmos circadianos*. NICHD. Recuperado el 1 de abril de 2025, de <https://espanol.nichd.nih.gov/salud/temas/sleep/informacion/circadianos>
8. Chamorro, R., Farias, R., & Peirano, P. (2018). Regulación circadiana, patrón horario de alimentación y sueño: Enfoque en el problema de obesidad. *Revista Chilena de Nutrición*, 45(3), 302-308. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182018000400285&lng=en&nrm=iso&tlng=en
9. Guo, Y. (2023). Research on genetic regulation of sleep. *Theoretical and Natural Science*, 22, 66-69. <https://doi.org/10.54254/2753-8818/22/20230939>
10. Kim, P., Oster, H., Lehnert, H., Schmid, S. M., Salamat, N., Barclay, J. L., Maronde, E., Inder, W., & Rawashdeh, O. (2019). Coupling the circadian clock to homeostasis: The role of period in timing physiology. *Endocrine Reviews*, 40(1), 66–95. <https://doi.org/10.1210/er.2018-00049>