



Universidad
Zaragoza

Trabajo de Fin de Máster

Estrategias didácticas en Biología Molecular y Celular:
Un enfoque práctico para 4º de ESO

Didactic Strategies in Molecular and Cellular Biology: A
Practical Approach for 4th Year of ESO

Autor/es

Claudia Guerrero Perales

Director/es

María José Sáez Bondía

FACULTAD DE EDUCACIÓN

2024

Contenido

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	2
2.1. Presentación del trabajo	2
2.2. Contexto del centro.....	2
2.3. Presentación personal.....	3
3. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRACTICUM	4
4. PROPUESTA DIDÁCTICA.....	6
4.1. Título y nivel educativo	6
4.2. Evaluación inicial	6
4.3. Contextualización de la propuesta desarrollada.....	8
4.4. Fundamentación teórica	9
5. ACTIVIDADES	11
5.1. Contexto del aula y participantes.....	11
5.2. Metodología de la propuesta	12
5.3. Actividades realizadas	15
5.3.1. Actividades relacionadas con la UD 1: “La enfermedad de Julia”	17
5.3.2. Actividades relacionadas con la UD 2: “Ensayo contra el cáncer”	22
5.3.3. Sesiones de evaluación.....	24
6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE.....	26
7. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA.....	30
7.1. Análisis crítico de la propuesta didáctica	30
7.2. Propuestas de mejora	31
8. CONSIDERACIONES FINALES.....	32
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
10. ANEXOS.....	37

1. RESUMEN

Este trabajo de Fin de Máster presenta una propuesta didáctica de 4º de ESO para la asignatura de Biología y Geología para los temas de Biología Celular y Molecular. Esta propuesta promueve el uso de metodologías activas como el aprendizaje basado en juegos, la gamificación, la experimentación y la modelización a través de la realidad aumentada con el objetivo de facilitar la comprensión de conceptos complejos relacionados con la biología.

La propuesta se implementa en dos unidades didácticas. La primera aborda la estructura del ADN y los principios de la biología molecular, mediante actividades como la extracción de ADN. En la segunda unidad, dedicada al ciclo celular y la mitosis, los alumnos realizan una modelización de la mitosis en 3D utilizando la realidad aumentada, permitiendo así visualizar las fases de la división celular de una forma interactiva.

Los resultados de la intervención indican que estas estrategias favorecen el aprendizaje de conceptos complejos y mejoran la motivación en los estudiantes. Este enfoque demuestra la eficacia de integrar metodologías activas y tecnologías emergentes en la enseñanza de las ciencias en secundaria.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Presentación del trabajo

El presente documento constituye el Trabajo de Fin de Máster (TFM) del Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, Artísticas y Deportivas, en la especialidad de Biología y Geología. El objetivo principal de este trabajo es aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo del Máster en el desarrollo de una propuesta didáctica que fue implementada durante el Prácticum II. El trabajo ha sido dividido en distintos apartados: una introducción en la que se describe el contexto del centro y una breve presentación personal, un análisis didáctico de dos asignaturas del Máster y su aplicación durante el Prácticum, la propuesta didáctica, las actividades realizadas, un análisis de los resultados de aprendizaje, un análisis crítico de la propuesta y propuesta de mejora, y por último, las consideraciones finales.

La propuesta didáctica se llevó a cabo en el IES El Picarral y está enmarcada en los bloques B. Seres vivos-La célula y C. Genética y evolución de la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO. En esta propuesta se plantea el uso de metodologías activas aprendidas durante el desarrollo del Máster como el aprendizaje basado en juegos (ABJ). Además, se plantea el uso de las TICs (Tecnologías de la Información y la Comunicación) y de la realidad aumentada (RA) para trabajar el concepto de la mitosis. Sin embargo, también se utilizan metodologías tradicionales como la clase magistral y las prácticas de laboratorio. A pesar de tratarse de un grupo hablador, había un alto grado de participación en el aula lo que facilitó la implementación de esta propuesta.

2.2. Contexto del centro

El IES El Picarral es un Instituto Público de Educación Secundaria bilingüe en francés y en inglés. Se trata de un centro relativamente nuevo ya que el curso 2023-2024 es el octavo curso académico en el que se imparten enseñanzas. Previamente, este espacio era la antigua cámara de Comercio y anteriormente fue un colegio público. Este hecho lleva al IES El Picarral a tener un déficit en las instalaciones, ya que las necesidades del centro se han ido adaptando a la estructura del espacio disponible. Además, este instituto es un centro de Atención preferente TEA (Trastorno de Espectro Autista) por lo que cuenta con un “aula TEA” que es un espacio dedicado para los alumnos con esta condición.

El centro ofrece enseñanzas de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, ambas con la posibilidad de cursarse en el programa BRIT Francés o BRIT Inglés. En las enseñanzas de Bachillerato se ofertan 2 itinerarios: Ciencias, y Humanidades y Ciencias Sociales.

El centro El Picarral se encuentra ubicado en la Calle Teniente Ortiz de Zárate, 26, en el barrio del Picarral de Zaragoza en el distrito de El Rabal. Se trata de un barrio obrero formado por 78.082 vecinos (Ebrópolis, 2023) de clase media-baja con unos ingresos familiares de 23.167,73 euros anuales (Instituto Nacional de Estadística, 2021). El nivel sociocultural del distrito no es elevado ya que la gran mayoría de la población, concretamente un 38,76%, no poseen estudios de ningún tipo, un 32,94% poseen estudios de educación primaria y educación secundaria de 1ª etapa, un 15,79% estudios de educación secundaria de 2ª etapa y únicamente un 10,25% poseen estudios superiores (Ebrópolis, 2023). En los últimos años, el barrio ha sufrido grandes cambios en la población debido al aumento de la inmigración. En el distrito de El Rabal, un 10,05% de la población es extranjera siendo la gran mayoría procedentes de Europa (47,18%), seguido de África (24,30%) y América (21,04%) (Ebrópolis, 2023).

El alto número de inmigración en el barrio influye de manera directa en el instituto ya que a lo largo de este curso 2023-2024 ha habido 30 alumnos de incorporación tardía y 6 alumnos de

incorporación tardía con desconocimiento total del idioma. Esto implica un gran esfuerzo por parte del centro y el equipo docente y, especialmente, por parte del Departamento de Orientación. Este centro no cuenta con auxiliares de español al ser un centro no excesivamente grande por lo que la labor de reforzar o enseñar el idioma recae principalmente sobre las maestras de Pedagogía Terapéutica (PT) del Departamento de Orientación.

Como se ha mencionado anteriormente, el IES El Picarral es un centro de Atención preferente TEA por lo que hay un alto grado de sensibilización con esta condición por parte de todo el equipo docente y el alumnado. El alumnado está muy concienciado con el TEA ya que la gran mayoría provienen de centros como el CEIP San Braulio o el CEIP Lucien Briet que son centros de escolarización preferente TEA.

Una de las principales señas de identidad del IES El Picarral es el aprendizaje cooperativo basado en proyectos. A lo largo de la etapa de Educación Secundaria, cada trimestre se realiza un proyecto globalizado sobre un tema en concreto en el que trabajan conjuntamente todas las asignaturas.

En cuanto a la organización general del centro, según el Proyecto Educativo de Centro (PEC), la jornada escolar se distribuye en 6 o 7 periodos lectivos de 50 minutos y 2 recreos, el primero entre la tercera y la cuarta hora (30 minutos) y el segundo, entre la sexta y la séptima hora (15 minutos). Generalmente, esta séptima hora está destinada para materias implicadas en alguno de los programas BRIT.

En el horario vespertino, el centro permanece abierto y en él se realizan actividades como el programa AUNA (programa de ampliación del tiempo de aprendizaje de alumnado con retraso curricular, dificultades en el aprendizaje o más desfavorecido socio-culturalmente), actividades de Zaragoza Activa, actividades deportivas organizadas por AFA (Asociación de Familias de Alumnos), actividades organizadas por Escolares Activos, reuniones del AFA, claustros, consejos escolares, reuniones del equipo directivo con el AFA, juntas de Evaluación, reuniones con familias, etc.

Respecto a las instalaciones del centro, el centro consta de un pequeño gimnasio, varios talleres y salas de ordenadores, un laboratorio de Física y Química y un laboratorio de Biología y Geología. Además, este centro apuesta fuertemente por las TICs y todo el alumnado trabaja con tablets.

2.3. Presentación personal

Mi nombre es Claudia Guerrero Perales estudiante del Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas, especialidad de Biología y Geología. Soy graduada en Biotecnología y con un Máster en Biología Molecular y Celular, ambos estudios realizados en la Universidad de Zaragoza. Actualmente, compatibilizo los estudios de este Máster con mi tesis doctoral la cual versa sobre el uso de vacunas vivas atenuadas de tuberculosis para la prevención y tratamiento de distintos tipos de cáncer.

El desarrollo del Practicum II ha supuesto mi primera experiencia “real” en un instituto como docente. Sin embargo, he sido profesora particular tanto en la ESO como en Bachillerato durante 5 años mientras realizaba el grado y el Máster. Además, durante el desarrollo de mi tesis doctoral he colaborado en tareas docentes de prácticas de laboratorio de diversas asignaturas del grado de Biotecnología en la Universidad de Zaragoza.

Estas “pequeñas” experiencias despertaron mi interés por la docencia lo que me animo a realizar el Máster de Profesorado. Una vez finalizado, puedo decir que ha sido una grata experiencia y veo la docencia como una potencial salida en mi futuro laboral una vez finalizada mi tesis.

3. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRACTICUM

A lo largo del Máster, he tenido la oportunidad de participar en diversas actividades que me han proporcionado una base sólida para desarrollar e implementar diferentes estrategias didácticas en el aula de Secundaria. La reflexión sobre estas actividades es fundamental para comprender cómo se han integrado los saberes teóricos y prácticos adquiridos y cómo estas experiencias han influido en la construcción de mi propuesta didáctica. En este apartado, realizaré un análisis didáctico de dos actividades clave que seleccioné debido a su relevancia: la práctica 6, "Argumentación y Aprendizaje Basado en Juegos", y la práctica 7, "Extracción de ADN", ambas correspondientes a la asignatura “Diseño de Actividades de Aprendizaje de Biología y Geología”.

Actividad 1: Aprendizaje basado en juegos - Repaso de la Biología Celular a través del Dominó

El aprendizaje basado en juegos ha demostrado ser una metodología pedagógica sumamente eficaz para motivar a los estudiantes y promover un aprendizaje activo y participativo (Cornellà et al., 2020). Durante la práctica 6, se exploró cómo los juegos pueden ser utilizados en el contexto educativo para reforzar conceptos científicos complejos de manera lúdica y dinámica. Esta práctica me proporcionó una comprensión más profunda de cómo integrar el juego en el proceso de enseñanza y aprendizaje. En la práctica 6 pusimos a prueba 3 juegos (Pandemic, Consecuencias y el Juego de la vaca), identificamos las dificultades conceptuales y técnicas, así como el nivel más adecuado para su implementación. La puesta a punto de los juegos me hizo ser consciente de que el aprendizaje basado en juegos es una potente metodología que facilita el aprendizaje mediante la diversión, la interacción social, la participación activa y la motivación generando dinámicas y mecánicas del juego.

En el Practicum II, decidí implementar esta metodología en una clase de 4º de ESO, con el objetivo de repasar conceptos clave de Biología celular mediante un juego de dominó. Aunque estos contenidos son parte del currículo de 3º de ESO (bloque C. Seres vivos-La célula), consideré necesario reforzarlos en 4º de ESO para preparar a los estudiantes para temas más complejos, como la mitosis, la estructura del ADN y las mutaciones genéticas enmarcados en los bloques B. Seres vivos-La célula y C. Genética y evolución. El dominó, adaptado específicamente para esta actividad, reemplazó los números tradicionales por ilustraciones y nombres de los orgánulos celulares, lo que facilitó un repaso visual y conceptual más ameno.

La experiencia previa con "El juego de la vaca" fue particularmente influyente en mi diseño del juego de dominó. La simplicidad del juego me mostró cómo un enfoque sencillo, pero bien estructurado puede ser una herramienta poderosa para estimular el aprendizaje.

Por otro lado, el juego “Consecuencias” me hizo reflexionar sobre la importancia de la toma de decisiones y la reflexión crítica del aprendizaje. A partir de esta observación, se integró en el dominó la necesidad de que los estudiantes no solo emparejasen fichas, sino que explicasen las razones detrás de sus elecciones, fomentando un pensamiento más profundo sobre las funciones y características de los orgánulos. Esto me llevó a desarrollar un juego que no solo incentivara la interacción lúdica, sino que también fomentara la reflexión crítica al pedir a los estudiantes que justificaran sus elecciones al emparejar las fichas. De esta manera, el dominó no solo

promovió el aprendizaje de los nombres y funciones de los orgánulos, sino que también incentivó el razonamiento crítico, una habilidad fundamental en el aprendizaje de las ciencias (Domènech-Casal, 2019).

A lo largo de la implementación de esta actividad, surgieron ciertos desafíos. Algunos estudiantes tuvieron dificultades para asociar correctamente los nombres con las ilustraciones de los orgánulos. Para abordar esta situación, proporcioné pistas y descripciones adicionales que ayudaron a solventar el problema, fomentando también la colaboración entre compañeros. Además, la creación de las fichas de dominó requirió una inversión considerable de tiempo y recursos. En futuras aplicaciones, podría involucrar a los estudiantes en el diseño del juego, permitiendo que ellos mismos elaboren las fichas, lo que añadiría un componente práctico y creativo a la actividad.

Otro desafío fue encontrar el momento adecuado en el currículo para implementar la actividad. Si bien el juego se diseñó como un repaso de conceptos previos en 4º de ESO, reflexioné sobre su potencial para ser implementado en 3º de ESO, donde los conceptos de Biología celular forman parte del bloque curricular correspondiente. La flexibilidad de esta metodología lúdica me permitió adaptar la actividad a diferentes niveles de complejidad, lo que demuestra su versatilidad como recurso didáctico.

En resumen, el aprendizaje basado en juegos, como estrategia metodológica, ha sido una fuente de inspiración clave para el diseño de mi propuesta didáctica final. Gracias a la práctica 6, he comprobado que el uso de juegos no solo genera un ambiente más dinámico y motivador en el aula, sino que también favorece la retención de conceptos complejos y la participación activa de los estudiantes. Esta experiencia me llevó a incluir el juego del dominó en mi propuesta, no solo como herramientas para el repaso, sino también como una forma de consolidar conocimientos a través de la interacción y la reflexión crítica.

Actividad 2: Extracción de ADN

La práctica 7, "Extracción de ADN", fue una actividad esencial para mi formación, ya que me permitió adentrarme en el diseño de actividades experimentales. La conexión entre teoría y práctica es fundamental en la enseñanza de las ciencias, y esta práctica proporcionó una excelente oportunidad para que los estudiantes pudieran experimentar de manera directa los procesos biológicos que estudian en clase. Además, la extracción de ADN es una actividad que no solo despierta el interés y la curiosidad del alumnado, sino que también ofrece un contexto tangible para la enseñanza de conceptos complejos como la genética y la biotecnología.

Durante el Practicum II, decidí implementar esta actividad en un grupo de 4º de ESO, ya que se ajustaba a los contenidos del bloque C. Genética y Evolución del currículo. Aunque en el Máster realizamos la extracción de ADN a partir de un plátano, opté por utilizar tomate triturado en el aula para ahorrar tiempo en la preparación del material. Este cambio fue clave para optimizar el tiempo de la sesión, permitiendo a los estudiantes centrarse en el proceso de extracción y en la reflexión sobre su importancia biológica.

Uno de los principales desafíos a los que me enfrenté fue la tendencia de algunos estudiantes a centrarse en la mecánica de la actividad sin profundizar en el significado biológico de cada paso. Para mitigar este problema, me aseguré de reforzar las explicaciones durante el desarrollo de la práctica, haciendo hincapié en la importancia de cada elemento del protocolo, como el uso del jabón para romper las membranas celulares. También utilicé preguntas guiadas para incentivar la reflexión sobre las aplicaciones de la extracción de ADN, conectando la actividad con temas de biotecnología y diagnóstico clínico.

Otro reto importante fue la gestión del aula durante la actividad. El alto nivel de motivación del alumnado derivó en un ambiente de laboratorio bastante caótico, lo que ralentizó el progreso de la práctica. Reflexioné sobre la importancia de realizar este tipo de actividades en grupos más reducidos para garantizar un mejor control del aula y una atención más personalizada a las dificultades que pudieran surgir. En futuras implementaciones, dividiría a la clase en dos grupos o buscaría apoyo adicional para gestionar las dinámicas de laboratorio de manera más eficiente.

El desarrollo de la práctica 7 ha sido esencial para mi propuesta, ya que me ha permitido entender mejor cómo conectar las actividades prácticas con los contenidos teóricos. Además, me ha mostrado la importancia de una adecuada planificación y gestión del tiempo y los recursos en el aula, especialmente en actividades experimentales.

Como conclusión, el análisis de estas dos actividades fundamentales a lo largo del Máster me ha permitido reflexionar en profundidad sobre la importancia de integrar metodologías activas y experimentales en la enseñanza de la Biología en Secundaria. Tanto el aprendizaje basado en juegos como las actividades prácticas ofrecen múltiples beneficios en el proceso de aprendizaje, desde el aumento de la motivación y el interés por la materia, hasta la consolidación de conceptos teóricos complejos a través de la experiencia práctica.

Estas actividades han tenido un impacto significativo en el desarrollo de mi propuesta didáctica, permitiéndome diseñar un enfoque de enseñanza que integra el aprendizaje lúdico con el pensamiento crítico y la reflexión. Además, me ha hecho reflexionar sobre la importancia de la gestión del tiempo en el aula de manera eficaz. En definitiva, el aprendizaje basado en juegos y la experimentación se han convertido en pilares fundamentales de mi propuesta didáctica, con el objetivo de crear un ambiente de aprendizaje dinámico, interactivo y significativo para el alumnado de Secundaria.

4. PROPUESTA DIDÁCTICA

4.1. Título y nivel educativo

La presente propuesta de intervención didáctica titulada “Estrategias didácticas en Biología Molecular y Celular: Un enfoque práctico para 4º de ESO” está enmarcada en los bloques B. Seres vivos-La célula y C. Genética y evolución de 4º de ESO, según la Orden ECD/1172/2022, de 2 de agosto, por la que se aprueba el currículo y las características de la evaluación de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. En esta propuesta se utilizan metodologías activas como la experimentación, el aprendizaje basado en juegos y la modelización instrumental.

4.2. Evaluación inicial

Revisión curricular y de la literatura

La Orden ECD/1172/2022 de Educación Secundaria Obligatoria establece la obligatoriedad de realizar una evaluación inicial al comienzo del curso o cuando el alumno se incorpore al curso. El objetivo de esta evaluación es doble: conocer el grado de conocimiento de los alumnos y servir de apoyo para la planificación docente.

A la hora de realizar la evaluación inicial se debe tener en cuenta los conocimientos que ha adquirido el alumno en las etapas o momentos anteriores. Para ello, se debe revisar el currículo de los cursos anteriores. En este caso, los alumnos sí que habían estudiado conceptos relacionados con la Biología Celular, pero era la primera vez que estudiaban Biología Molecular y división celular. Como la Biología Molecular y la división celular no se pueden entender sin

conceptos básicos de Biología Celular, se realizó una evaluación inicial para repasar conceptos básicos de Biología Celular y para conocer el grado de conocimiento del alumnado en Biología Molecular y división celular.

También se realizó una revisión bibliográfica sobre el conocimiento que poseía el alumnado referente a estos temas. Según la literatura consultada, los conceptos de Biología Celular son tratados tradicionalmente en todos los niveles educativos de la enseñanza obligatoria de manera más o menos compleja. Dado esto, cabría esperar que se trata de un tema del cuál el alumnado tiene un alto grado de conocimiento. Sin embargo, esto no es lo que se observa en la práctica cotidiana en la cual surgen numerosas dificultades en su aprendizaje puesto que, al llegar a la etapa universitaria, la Biología Celular sigue resultando un tema complejo para el alumnado. Se ha observado que el alumnado llega a esta nueva etapa con numerosas concepciones alternativas que obstaculizan el proceso de aprendizaje de estos contenidos (Mengascini, 2006).

Respecto a la estructura celular, el alumnado tiende a recordar la importancia del núcleo, pero olvida la relevancia del citoplasma (Mengascini, 2006) y no suele ser capaz de identificar otros orgánulos ni sus funciones asociadas (Duda et al., 2020).

Otro de los problemas descritos en la literatura es la concepción de la célula como una estructura tridimensional. Esto puede ser debido a que el alumnado elabora su modelo mental de una estructura tridimensional a partir de modelos bidimensionales (Mengascini, 2006).

También la literatura describe problemas a la hora de identificar las distintas fases de la mitosis, así como lo que pasa durante estas fases y dificultades con el número de cromosomas y cromátidas (Chattopadhyay, 2012).

En cuanto a las concepciones alternativas respecto a la Biología Molecular, hay que destacar que los estudiantes tienen problemas a la hora de diferenciar los modelos de la realidad. Por ejemplo, modelos como los del ADN o la membrana celular. Una gran parte de los libros de texto muestran estos modelos afirmando que corresponden a imágenes de microscopios electrónicos reforzando la confusión de los alumnos (Mengascini, 2006).

Instrumentos, resultados y consecuencias de la evaluación inicial

El instrumento seleccionado para la realización de la evaluación inicial fue un test de 10 preguntas de opción múltiple a través de la herramienta digital Kahoot!. En el Anexo 1, se encuentran las preguntas realizadas y las distintas opciones múltiples de respuesta, así como los resultados obtenidos. Se decidió elegir la herramienta Kahoot! para realizar la evaluación inicial con el objetivo de lograr un mayor grado de implicación por parte del alumnado. El hecho de que Kahoot! se plantee como una herramienta gamificadora permite una mayor motivación en el alumnado (Cornellà et al., 2020). Las preguntas que se eligieron fueron tipo test por dos razones: la primera de ellas por cuestión de optimizar el tiempo y la segunda para facilitar el proceso de respuestas en el alumnado. Desde mi punto de vista, si hubiese realizado preguntas de respuesta abierta creo que hubiese obtenido un menor grado de respuestas. Por otro lado, atendiendo a la bibliografía consultada, considere necesario incluir la Biología Celular en la evaluación inicial ya que el alumnado tiende a desarrollar muchas concepciones alternativas en torno a este tema. Por la misma, razón decidí incluir también otras biomoléculas distintas al ADN (a pesar de no aparecer en el currículo) ya que lo consideré necesario para que entendiesen la diversidad de biomoléculas en la célula.

Los resultados de la evaluación inicial mostraron un 58,52% de respuestas correctas, siendo las preguntas con mayor número de aciertos: ¿Qué es el ADN? y ¿Cuál es la estructura que contiene la mayor parte del material genético en las células eucariotas?, indicando que el alumnado sí que presentaba cierto conocimiento sobre la importancia del ADN y su ubicación en la célula.

El porcentaje de errores fue del 41,48%, siendo las preguntas con mayor porcentaje de fallo las siguientes (inferior al 50% de aciertos): ¿Qué es la celulosa? y ¿Dónde se encuentra el ADN en las células eucariotas animales? El alumnado olvidó que las mitocondrias también contienen ADN y mostraron pocos conocimientos en torno a la clasificación de la celulosa, sugiriendo bajo conocimiento respecto a las principales biomoléculas orgánicas. Respecto a la pregunta 3, únicamente en torno a un 60% contestó la opción correcta “Toda célula proviene de otra célula”, sugiriendo una falta de conocimientos básicos respecto a la división celular.

Como conclusión, el alumnado sí que presentaba cierto conocimiento sobre la importancia del ADN, pero no conocía en profundidad las otras biomoléculas, sus funciones y su relevancia biológica. Por lo tanto, a pesar de que otras biomoléculas como los glúcidos y los lípidos no se encuentran en el currículo se incluyeron en las clases magistrales de la propuesta. Además, se intentó hacer hincapié en la importancia de las proteínas como portadoras de la información genética. También se decidió realizar distintas modelizaciones del proceso de mitosis para reforzar las concepciones alternativas del alumnado respecto a este tema.

4.3. Contextualización de la propuesta desarrollada

Esta propuesta se ha llevado a cabo enmarcada en un proyecto llamado “Cell lab” que la tutora Patricia Acero realiza habitualmente en este curso. Este proyecto se divide en dos misiones: “La enfermedad de Julia” y “Ensayo contra el cáncer”. Los alumnos trabajan en grupos de 4 personas.

La primera misión es “La enfermedad de Julia” es un caso destinado a trabajar la biología celular y la biología molecular. La misión consistiría en explicar a Julia y su familia todos los detalles que podamos averiguar sobre su enfermedad. Para ello, el alumnado debe realizar 3 tareas en formato Presentación Power Point en las que se explique lo siguiente: los distintos orgánulos presentes en las células mediante dibujos y esquemas, cómo las células obtienen energía, tipo de información que contiene el ADN y la implicación que podría tener para Julia que contenga una mutación en el gen que codifica para la hemoglobina. El alumnado también debe realizar un dossier individual con actividades para reforzar conceptos necesarios para realizar el proyecto. Mi incorporación se produjo con el proyecto ya empezado por lo que mis implicaciones en esta parte del proyecto fueron las siguientes: explicación conceptos de Biología Molecular e introducción del concepto de mutación y su importancia biológica, modelización de la estructura del ADN, extracción de ADN en el laboratorio y trabajo de dossier individual.

El objetivo de la segunda misión “Ensayo contra el cáncer” es trabajar conceptos relacionados con la división celular. En este proyecto, se les proporciona a los alumnos distintas muestras de tejidos tumorales antes y después de tratar a los ratones con distintos fármacos. Los alumnos deben calcular el índice mitótico de cada muestra (antes y después del uso del fármaco) para extraer conclusiones sobre qué fármaco o qué combinaciones son más efectivas. Finalmente, los alumnos elaboran un póster científico explicando sus resultados como producto final. También trabajan con un dossier individual de trabajo para reforzar conceptos. Este proyecto no solo facilita la comprensión de conceptos científicos complejos como la división celular, sino que, a través del aprendizaje por indagación, el alumnado aprende conceptos como la mitosis y es capaz de establecer conclusiones sobre la efectividad de unos fármacos a partir del cálculo del índice mitótico. Esta actividad está basada en el proyecto de Domènech-Casal “Drug Research” (Domènech-Casal, 2016). En este proyecto mi participación ha sido la siguiente: explicación de conceptos relacionados con mutaciones y cáncer, explicación y modelización de la mitosis y trabajo de dossier individual con ayuda de la app División Mitótica 3D. La parte

central del proyecto, relacionada con el análisis de las muestras de tejidos y la elaboración del póster científico, fue realizada cuando ya había finalizado mi estancia en el centro.

La propuesta fue aplicada en un grupo no bilingüe de 4º de ESO del IES El Picarral de Zaragoza. Esta propuesta se estructuró en 2 unidades didácticas (UD): (1) Biología Molecular correspondiente al proyecto “La enfermedad de Julia” y; (2) Ciclo celular y división celular correspondiente al proyecto “Ensayo contra el cáncer”.

4.4. Fundamentación teórica

Tal y como se ha adelantado en apartados anteriores, las principales estrategias de enseñanza empleadas a lo largo de la propuesta diseñada y aplicada fueron la modelización, la experimentación, el aprendizaje basado en juegos y el uso de herramientas gamificadoras. Esta propuesta ha sido llevada a cabo enmarcada en el proyecto “Cell lab” explicado en el apartado anterior. La tutora Patricia Acero utiliza la metodología activa, aprendizaje basado en proyectos (ABP) en todas sus clases de ESO. A continuación, se fundamentan a partir de la literatura cada una de ellas.

Aprendizaje basado en proyectos

El ABP es una metodología que promueve la participación activa y el aprendizaje significativo del estudiante a través de proyectos. La finalidad del ABP es el aprendizaje de conceptos científicos mediante su instrumentalización en la resolución de un problema o en la elaboración de un producto (Domènech-Casal, 2018). El ABP permite aplicar conocimientos adquiridos en situaciones reales. Se centra en experiencias relevantes de aprendizaje enfocadas en los interés y necesidades de los estudiantes que vinculan el currículo con problemas cotidianos (Feeney et al., 2022).

Las fases del ABP podrían dividirse en tres: fase inicial, fase de desarrollo y fase final. En la fase inicial se debe: seleccionar el tema que esté relacionado con la realidad, revisar los contenidos que se van a trabajar en el proyecto, formar los grupos en los que cada estudiante asumirá un rol determinado, establecer tiempos, espacios y recursos para la realización de las actividades y clarificar qué tipo de producción se va a desarrollar. Durante la fase de desarrollo, se realiza una fase de búsqueda de información para su posterior análisis y síntesis que servirá para la elaboración de la producción. En la fase final, el alumnado lleva a cabo la presentación de la producción final para posteriormente realizar una evaluación y reflexión formativas (Zambrano Briones et al., 2021).

El ABP puede ser dividido en 4 categorías: elaborar un producto, resolver un problema, disfrutar de una experiencia estética y obtener un conocimiento (Domènech-Casal, 2018). En nuestro caso, ambas misiones “La enfermedad de Julia” y “Ensayo contra el cáncer” podrían estar enmarcadas dentro de la categoría “Resolver un problema” puesto que para ambos casos se les propone un problema al alumnado que tienen que resolver.

Modelización

Históricamente, los modelos han sido considerados como representaciones de sistemas y fenómenos reales que han sido creados para un fin específico (Gilbert et al., 2000). Los modelos científicos son entendidos como un conjunto de conceptos interrelacionados que permiten describir, explicar y prever fenómenos (Oliva, 2019). Los modelos son considerados el resultado de acuerdos entre profesionales científicos por lo que les confiere precisión y veracidad (Gómiz-Aragón et al., 2022).

El uso de modelos escolares permite facilitar la sofisticación de los modelos mentales del alumnado. No solo por el aprendizaje de conceptos y destrezas, sino por la comprensión de la naturaleza de los modelos. Esto puede permitirle transferir el aprendizaje en el uso e interpretación de modelos a otros contextos, lo que puede ayudar al alumnado a tomar decisiones fundamentadas (Gómiz-Aragón et al., 2022).

La modelización en la enseñanza de las ciencias ha evolucionado a lo largo de los años. En la actualidad, diversos autores han destacado el uso de las TICs para modelizar puesto que implica el uso de imágenes, vídeos y otros recursos que facilitan el pensamiento concreto por tratarse de un recurso visual. Además, el uso de las TIC en modelización favorece la interacción dialógica y colaborativa (López-Simó et al., 2017).

En esta propuesta, se realizan 3 modelizaciones distintas del proceso de mitosis. Por un lado, una modelización “clásica” con ayuda de la pizarra y goma eva, y otra modelización de la estructura del ADN. Por otro lado, se realizó una modelización utilizando la aplicación “División Mitótica 3D” de Realidad Aumentada (RA). El uso de la RA ha demostrado que contribuye a la motivación del alumnado en el aprendizaje de ciencias. Además, se ha descrito que podría mejorar la autoestima y la generación de emociones positivas respecto a la actividad científica realizada, permitiendo un escenario de mayores oportunidades de desarrollo de la creatividad (de Echave et al., 2016). Teniendo en cuenta que una de las concepciones alternativas más frecuentes entre el alumnado era considerar la célula una estructura bidimensional (Mengascini, 2006), se decidió realizar una modelización de la mitosis mediante RA.

Gamificación *versus* Aprendizaje Basado en Juegos

La palabra “gamificación” se trata de un anglicismo que deriva de la palabra *game*. La gamificación ha sido definida como “el uso de elementos lúdicos, característicos de los juegos, en contextos no lúdicos” (Deterding et al., 2011).

El principal objetivo de la gamificación es que el alumnado se comprometa con el proceso de aprendizaje, dejando a un lado la complejidad del tema a trabajar. Además, el hecho de abordar el proceso de aprendizaje como un juego favorece un ambiente más distendido en el aula de tal manera que el alumno no teme a equivocarse (Ocón, 2016). Por otro lado, al tratarse de un juego el alumnado se motiva más y se implica más en la actividad (Foncubierto y Rodríguez, 2014), favoreciendo así la motivación intrínseca (López y Doménech-Casal, 2018), y en consecuencia el aprendizaje significativo.

La implementación de la gamificación en una clase de ciencias puede suponer una ardua tarea para el docente. Se debe tener en cuenta la importancia de fomentar la motivación intrínseca del alumnado sin perder de vista que el objetivo de la gamificación es el aprendizaje. Según López y Doménech-Casal (2018), proponer una actividad gamificada muy divertida pero poco relacionada con los conceptos de la asignatura puede reducir la implicación del alumno con la materia. Por lo tanto, no se fomentará la motivación intrínseca ni el compromiso del alumnado provocando el desinterés por la materia cuando las actividades no sean motivadoras.

Por otra parte, el aprendizaje basado en juegos consiste en usar un juego para provocar aprendizajes (Cornellà et al., 2020). A diferencia de la gamificación que utiliza elementos del juego, pero no utiliza un juego como tal, el ABJ implica el uso de un juego completo. En esta unidad didáctica (UD) se utilizó la metodología de aprendizaje basado en juegos mediante el dominó para repasar conceptos previos de Biología Celular. Teniendo en cuenta las dificultades que presenta el alumnado para aprender las funciones de los distintos orgánulos de la célula (Duda et al., 2020), se decidió utilizar el aprendizaje basado en juegos a través del dominó con

el objetivo de aumentar la motivación del alumnado y conseguir así un aprendizaje significativo.

Por otro lado, como se explicó anteriormente, la gamificación se basa en utilizar elementos de juego para diseñar experiencias de aprendizaje que podrían tener lugar sin gozar de componente lúdico, pero que, al planificarlas siguiendo las pautas de esta metodología, resultan atractivas y motivadoras para el alumnado (Cornellà et al., 2020). En este caso, las evaluaciones inicial y final (a modo de repaso) se realizaron mediante un Kahoot!. Si hubiésemos realizado un simple test, el alumnado no se hubiera implicado tanto en la tarea. Sin embargo, al presentarlo a través de Kahoot! a modo de concurso, los estudiantes mostraron un alto grado de participación y motivación.

Experimentación

Uno de los principales problemas en la enseñanza de las ciencias es la falta de interés por parte del alumnado hacia su aprendizaje. Este desinterés por las materias de ciencias podría ser debido a una ausencia de educación científica que implique que el alumnado ponga en marcha destrezas propias de la actividad científica (Sosa y Dávila, 2019). La enseñanza y aprendizaje de una materia científica no se puede entender sin que el alumnado sea capaz de indagar, experimentar, formular hipótesis y obtener conclusiones (Silva-Mesias et al., 2023). Por lo tanto, la experimentación es necesaria para la enseñanza de asignaturas como la Biología y la Geología.

La experimentación es una estrategia de enseñanza, utilizada ampliamente en la didáctica de las ciencias, cuyo objetivo es fortalecer el razonamiento científico a través de la aplicación de prácticas (Villacrez, 2017). La experimentación permite la observación y el análisis de fenómenos naturales para poder comprender o adquirir el conocimiento (Osorio, 2022). Diversos autores destacan que los procesos de experimentación despiertan curiosidad en los estudiantes, lo cual fomenta la motivación y contribuye en el proceso de aprendizaje significativo (Silva-Mesías et al., 2023). Neira (2021) describe que la utilización de la experimentación en la clase de ciencias puede mejorar el interés científico del alumnado. Además, el salir de la rutina y aplicar nuevas metodologías mejora el clima de la clase propiciando un aumento en el interés del alumnado por comprender y observar fenómenos de la vida cotidiana (Molina-Ruiz y González-García, 2021). En esta propuesta, se realizó una extracción de ADN para que el alumnado observase y conociese estrategias de extracción del ADN. Tal y como se describió anteriormente, los alumnados tienden a confundir los modelos científicos con la realidad, entre ellos destaca el modelo de la doble hélice del ADN (Mengascini, 2006).

5. ACTIVIDADES

5.1.Contexto del aula y participantes

La propuesta didáctica realizada en esta memoria se ha llevado a cabo en un grupo no bilingüe de 4º de la ESO. El grupo proviene de dos clases distintas que se unen para cursar Biología y Geología no bilingüe, por lo que este grupo se da únicamente para esta asignatura. El grupo está formado por 24 alumnos y ninguno de ellos recibe ningún tipo de adaptación curricular, ni significativa ni no significativa. Por lo que he observado, las adaptaciones curriculares suelen ser más frecuentes en cursos inferiores, por lo que en 4º de la ESO es menos frecuente encontrar adaptaciones.

En cuanto a la organización del aula y los recursos disponibles, se trata de un aula ordinaria que dispone de un ordenador, de una pantalla táctil conectada al mismo a modo de proyector y de una pizarra como principales recursos para la docencia. Tanto en esta clase como en el resto del centro, se trabaja con tablets y a través de Google Classroom, por lo que podríamos decir que se trata de un centro que apuesta fuertemente por las TICs.

Respecto al ambiente en clase, en general, se respetan las normas de clase, aunque el hecho de trabajar con tablets, en ocasiones puntuales, puede generar problemas de conducta por el mal uso de las mismas. Cuando esto se suele dar, la tutora suele poner una amonestación al alumno de tal manera que se suele cortar los problemas de disciplina. De manera general, es un grupo que, a pesar de ser algo hablador, se puede trabajar con ellos ya que participan de manera activa y muestran interés por la asignatura.

Como he nombrado anteriormente, suele ser un grupo hablador, pero eso también es motivado por las dinámicas de la clase. Mi tutora Patricia no realiza la clase tradicional de seguir el libro o realizar ejercicios en el cuaderno, sino que trabaja con la metodología activa ABP. En primer lugar, los alumnos visualizan un vídeo a través de la plataforma Edpuzzle en casa que introduce los principales contenidos que se van a trabajar posteriormente en clase. A continuación, se explican esos contenidos en el aula de manera más detallada a modo de clase magistral. Finalmente, los alumnos trabajan en un proyecto por grupos para afianzar los conocimientos y, además, también realizan un dossier individual.

Por lo tanto, el ambiente de la clase suele cambiar en función de la actividad a realizar. En el caso de las clases magistrales, el ambiente suele ser más silencioso, aunque los alumnos también responden cuando se les indica y preguntan dudas que se les ocurren. Cuando las clases consisten en trabajar en los proyectos o en los dossieres, el ambiente se vuelve algo más agitado, aunque sin sobrepasar los límites. En estos momentos, los alumnos también participan, preguntan dudas y la profesora resuelve las dudas o plantea nuevas preguntas para promover la curiosidad de los alumnos. En cuanto al trabajo por proyectos, el alumnado dispone de tiempo suficiente para realizarlo en el horario de clase. Normalmente, no suele haber interrupciones en el desarrollo de las clases y, si las hay, se suelen cortar rápidamente sin influir de manera significativa en el curso de la actividad.

Las interacciones profesor-alumno son bastante fluidas ya que considero que este grupo tiene bastante confianza con la profesora, así como conmigo misma durante mi corto periodo de tiempo en el instituto. Como he dicho es un grupo muy activo y desde el primer momento se han abierto conmigo, me han preguntado dudas y me han hecho sentir parte del grupo. Hay una buena atmósfera en el aula que permite exprimir al máximo la metodología del ABP. Desde mi punto de vista, el ABP influye directamente en que haya este ambiente ya que los alumnos encuentran mucho más ameno el aprendizaje de esta manera. Por otro lado, desde el punto de vista académico, creo que el ABP también hace que los alumnos afiancen de manera más rápida y consistente los contenidos. Esto se ve claramente en el aula ya que la mayoría de ellos saben responder a las preguntas que se hacen de manera general.

5.2. Metodología de la propuesta

En esta sección del trabajo se describen de manera general las metodologías utilizadas en la propuesta. Las 2 UD's se realizaron a lo largo de las 10 sesiones que se describirán en el próximo apartado.

A lo largo de toda la propuesta se planteó, con excepción de las clases magistrales, actividades realizadas en grupos de cuatro alumnos, enmarcadas desde el aprendizaje cooperativo. El aprendizaje cooperativo es una metodología activa en la que los estudiantes, agrupados en

pequeños grupos, trabajan de manera conjunta con el objetivo de maximizar su propio aprendizaje y el de sus compañeros (Johnson et al., 2014). Asimismo, se tuvo en consideración la progresión de los aprendizajes del alumnado, realizando una evaluación continua a través de preguntas y discusiones en el aula.

En la primera UD se aborda la Biología molecular profundizando en biomoléculas como los ácidos nucleicos, así como el modelo de ADN, métodos de extracción, el código genético y la importancia de las mutaciones. En la segunda UD se abordan las distintas fases del ciclo celular, centrándonos en la mitosis y su importancia biológica. Tras la evaluación inicial se hizo un repaso de conceptos previos relacionados con la biología celular, para ello se empleó como estrategia el Aprendizaje Basado en Juegos mediante un dominó. Cada ficha de dominó contenía dibujos de cada orgánulo y su nombre. Los alumnos debían asociarlos correctamente con el objetivo de ser capaces de reconocer los orgánulos, ya que la literatura describe la escasa capacidad del alumnado en reconocer estas estructuras celulares (Duda et al., 2020).

Así, esta propuesta se enmarcó dentro del proyecto “Cell lab” con los que trabaja todos los años mi tutora en 4º de ESO. A su vez, este proyecto se divide en 2 misiones: “La enfermedad de Julia” y “Ensayo contra el cáncer”. La primera UD se enmarcó la misión titulada “La enfermedad de Julia” y se utilizaron las diferentes enfoques y herramientas para trabajar esta UD que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de las estrategias y herramientas empleadas durante la UD1.

Clase Magistral
Con ayuda de presentaciones PowerPoint se explicaron contenidos de Biología Molecular: principales biomoléculas, haciendo especial énfasis en la importancia biológica del ADN y el modelo simplificado de su estructura y su relación con el ARN, etapas de expresión génica, código genético y la relación del ADN con las mutaciones y su importancia biológica (cáncer, evolución y biodiversidad). Durante las explicaciones se buscaba la participación del alumnado y que no fuese un mero oyente. Esto se consiguió mediante preguntas a los estudiantes fomentando su implicación y participación en la clase. También se ponían ejemplos de la vida cotidiana con el objetivo de que la ciencia no resulte algo lejano del “día a día”.
Modelización de la estructura del ADN
El objetivo de esta actividad era repasar las distintas bases nitrogenadas, sus uniones y la estructura de los nucleótidos y el ADN a través de la expresión de sus modelos con ayuda de representaciones.
Experimentación-Extracción de ADN
Se realizó una práctica de laboratorio en la que se extrajo ADN de tomate para que el alumnado conociese estrategias de extracción de ADN en células eucariotas tal y como se indica en el currículo. El objetivo de esta práctica era familiarizar al alumnado con el material del laboratorio, así como que conociesen la estructura real del ADN a nivel macroscópico.
Trabajo de dossier individual
En esta UD se trabajó el dossier individual del alumnado proporcionado por su profesora Patricia. En esta UD, los alumnos debían elaborar una presentación PowerPoint con todos los orgánulos de la célula para trabajar conocimientos previos. También, debían elaborar un mapa mental con los principales conceptos de Biología Molecular, rellenar huecos de las distintas partes de 2 dibujos de dos tipos de células (célula procariota y célula eucariota vegetal) a modo de repaso de la Biología Celular y un último ejercicio de rellenar huecos de distintas oraciones sobre ácidos nucleicos, el Dogma de la Biología Molecular, mutaciones y cáncer. El objetivo de este dossier era reforzar los conceptos explicados durante la clase magistral. Véase el Anexo 2.

La segunda UD se enmarcó dentro de la misión “Ensayo contra el cáncer”. Aunque, al igual que la misión anterior se inscribe dentro del ABP, durante el desarrollo de la misma se utilizaron diferentes estrategias y herramientas que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Descripción de las estrategias y herramientas empleadas durante la UD2.

Clase magistral
Con ayuda de presentaciones PowerPoint se explicaron las distintas fases de la mitosis así como su importancia biológica, y en menor profundidad la importancia de la meiosis. Las explicaciones se realizaban poniendo ejemplos y haciendo participar a la clase mediante preguntas para fomentar el interés por la materia. Durante las explicaciones se buscaba la participación del alumnado y que no fuese un mero oyente.
Modelización de la mitosis
Se realizaron 2 modelizaciones una primera con goma eva en la pizarra con la participación de los estudiantes y otra segunda a través de la aplicación División Mitótica 3D. El objetivo de estas actividades era que el alumnado conociese las distintas fases de la mitosis, así como los procesos que tienen lugar en cada una de ellas.
Trabajo en dossier individual
Se proponían distintos ejercicios para trabajar las distintas fases de la mitosis con ayuda de la aplicación División Mitótica 3D. El objetivo era reforzar los conceptos aprendidos en la clase magistral y en la modelización de la mitosis. En el Anexo 3 puede consultarse el dossier.

Además, para la elaboración de esta propuesta se han tenido en cuenta una serie de actuaciones generales de atención a las diferencias individuales tomando como referencia la Orden ECD/1172/2022. Únicamente se han tenido en cuenta actuaciones generales puesto que no se ha considerado oportuno la necesidad de realizar actuaciones específicas ya que en el grupo no había ningún alumno ACNEAEs (Alumno con Necesidades Específicas de Apoyo Educativo). Estas se describen a continuación:

- **Promoción de la asistencia y de la permanencia en el sistema educativo:** se propone el uso de metodologías activas como la gamificación, el aprendizaje basado en juegos o la modelización en 3D.
- **Propuestas metodológicas y organizativas:** uso de metodologías activas como el aprendizaje cooperativo, promoviendo así la participación activa y comprometida de cada miembro del equipo. También la presencia de dos docentes en el aula permite una mayor organización del espacio y tiempo para desarrollar actividades basadas en el aprendizaje cooperativo.
- **Accesibilidad universal al aprendizaje:** uso de recursos visuales para facilitar el seguimiento de las clases para los alumnos con más dificultades. En las clases magistrales se utilizaron presentaciones Power Point y el alumnado disponía de estas presentaciones. Además, los alumnos trabajaban con el dossier individual disponible en sus tablets. Por último, en las prácticas de laboratorio se les entregó el protocolo de la extracción de ADN el día previo a la realización de la actividad y se explicó en clase para que el alumnado llegase al laboratorio con una idea previa de lo que iba a hacer.

5.3. Actividades realizadas

Como se explicó anteriormente, mi intervención vino enmarcada dentro del proyecto “Cell lab” llevado a cabo por la tutora Patricia Acero. Mi intervención tuvo lugar al final del primer proyecto “La enfermedad de Julia”, enmarcado en la UD1 y al final del segundo proyecto “Ensayo contra el cáncer”, enmarcado en la UD2. A continuación, en la Tabla 3, se muestra la secuenciación y temporalización de las actividades realizadas en esta propuesta, así como su relación con los saberes básicos y la concreción de los CEv (criterios de evaluación).

Tabla 3. Secuenciación y temporalización de las actividades realizadas en la propuesta didáctica y su relación con saberes básicos y las concreciones de los CEv. (Fuente: elaboración propia).

<u>UD</u>	<u>Sesión y fecha</u>	<u>Actividad</u>	<u>Saber básico (SB)</u>	<u>Concreción de los CEv*</u>
0	1 (12 de abril)	1.Evaluación inicial y repaso de Biología Celular mediante aprendizaje basado en juegos	-La célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos. -La célula procariota, la célula eucariota animal y la célula eucariota vegetal, y sus partes. -Modelo simplificado de la estructura del ADN y del ARN y relación con su función y síntesis.	CE.BG.1.1.1. (3º ESO) Comprende y reconoce los distintos orgánulos celulares y diferencia los diferentes tipos celulares. CE.BG.1.1.1. Comprende la estructura del ADN y su importancia biológica.
1	2 (15 de abril)	2.Clase magistral de principales biomoléculas orgánicas y Dogma Central de Biología Molecular	-Modelo simplificado de la estructura del ADN y del ARN y relación con su función y síntesis. -Etapas de la expresión génica, características del código genético y resolución de problemas relacionados con estas.	CE.BG.1.1.1. Comprende la estructura del ADN y su importancia biológica. CE.BG.1.1.2. Reconoce e interpreta las distintas etapas del Dogma central de la Biología Molecular.
	3 (19 de abril)	3.Práctica de laboratorio: extracción de ADN de tomate	-Estrategias de extracción de ADN de una célula eucariota.	CE.BG.3.3.1. Comprende el proceso de extracción de ADN y sus implicaciones.
	4 (22 de abril)	4.Clase magistral sobre mutaciones y cáncer	-Relación entre las mutaciones, la replicación del ADN, el cáncer, la evolución y la biodiversidad.	CE.BG.1.1.3. Conoce el concepto de mutación y sus distintas implicaciones.
	5 y 6 (25 y 26 de abril)	5.Modelización ADN	-Modelo simplificado de la estructura del ADN y del ARN y relación con su función y síntesis	CE.BG.1.1.1. Comprende la estructura del ADN y su importancia biológica. CE.BG.1.1.2. Reconoce e interpreta las distintas etapas del Dogma central de la Biología Molecular. CE.BG.1.1.3. Conoce el concepto de mutación y sus distintas implicaciones. CE.BG.1.2.1. Transmite información relacionada con la Biología Molecular utilizando terminología científica.

2	7 (2 de mayo)	6.Modelización clásica de la mitosis	-Las fases del ciclo celular. -La función biológica de la mitosis, la meiosis y sus fases.	CE.BG.1.1.4. Identifica y diferencia las distintas fases del ciclo celular. CE.BG.1.1.5. Comprende las funciones biológicas de la mitosis y la meiosis. CE.BG.1.2.2. Transmite información relacionado con la división celular, la mitosis y la meiosis utilizando terminología científica.
	8 (3 de mayo)	7.Modelización en 3D de la mitosis	-Las fases del ciclo celular. -La función biológica de la mitosis, la meiosis y sus fases.	CE.BG.1.1.4. Identifica y diferencia las distintas fases del ciclo celular. CE.BG.1.1.5. Comprende las funciones biológicas de la mitosis y la meiosis. CE.BG.1.2.2. Transmite información relacionado con la división celular, la mitosis y la meiosis utilizando terminología científica.
Sesiones de evaluación	9 (9 de mayo)	8.Repetición de la evaluación inicial	-La célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos. -La célula procariota, la célula eucariota animal y la célula eucariota vegetal, y sus partes. -Modelo simplificado de la estructura del ADN y del ARN y relación con su función y síntesis.	CE.1.1.1 (3° ESO) Comprende y reconoce los distintos orgánulos celulares y diferencia los diferentes tipos celulares. CE.BG.1.1.1. Comprende la estructura del ADN y su importancia biológica.
	10 (10 de mayo)	9.Cuestionario de valoración de la propuesta	-	-
	11 (13 de mayo, fuera de la intervención)	Examen	-Modelo simplificado de la estructura del ADN y del ARN y relación con su función y síntesis. -Etapas de la expresión génica, características del código genético y resolución de problemas relacionados con estas. -Relación entre las mutaciones, la replicación del ADN, el cáncer, la evolución y la biodiversidad.	CE.BG.1.1.1. Comprende la estructura del ADN y su importancia biológica. CE.BG.1.1.2. Reconoce e interpreta las distintas etapas del Dogma central de la Biología Molecular. CE.BG.1.1.3. Conoce el concepto de mutación y sus distintas implicaciones. CE.BG.1.2.1. Transmite información relacionada con la Biología Molecular utilizando terminología científica. CE.BG.3.3.1. Comprende el proceso de extracción de ADN y sus implicaciones.

5.3.1. Actividades relacionadas con la UD 1: “La enfermedad de Julia”

Actividad 1: Evaluación inicial y repaso de Biología Celular mediante aprendizaje basado en juegos.

Introducción y contextualización

A pesar de ser el primer día de mi intervención, en sesiones anteriores había estado observando la dinámica y el comportamiento del grupo. Se trata de un grupo con un buen nivel académico y buen comportamiento, aunque son muy habladores. Esto es un arma de doble filo puesto que en las clases magistrales tienden a dejar de prestar atención y comenzar a hablar, pero en las dinámicas más activas participan en gran medida. Por ello, mi tutora Patricia me propone repasar la Biología Celular de 3º de ESO de una manera que permita la participación y la involucración de los estudiantes. Por ello, decido en primer lugar realizar una evaluación inicial que me permita conocer el grado de conocimiento del alumnado sobre conocimientos previos (Biología Celular, bloque C de 3º de ESO) y el grado de conocimiento, así como concepciones alternativas sobre Biología Molecular y Ciclo Celular (contenidos de los bloques B y C de 4º de ESO).

Objetivos didácticos

-Repasar conceptos de Biología celular y molecular mediante un juego de dominó y a través de la herramienta gamificadora Kahoot!.

Temporalización y recursos

La sesión ha sido dividida en 2 partes: en primer lugar, evaluación inicial a través de gamificación (Kahoot!), dedicándole alrededor de 35 minutos de la clase ya que no se contesta únicamente a las preguntas, sino que analizamos las respuestas entre todos y se debaten. En segundo lugar, repaso de Biología celular mediante aprendizaje basado en juegos (dominó), dedicándole los 15 minutos restantes. Para la evaluación inicial, se necesita un proyector y ordenador para trabajar con Kahoot!. Los alumnos disponen de tablets para acceder al test. Para la segunda actividad, se preparó un dominó de elaboración propia (Imagen 1). Para esta actividad, no es necesario el apoyo por otros docentes y se realiza en el aula habitual.



Imagen 1. Muestra de algunas fichas de dominó utilizado en la sesión 1 para el repaso de conceptos de Biología Celular.

Descripción de la actividad

En primer lugar, tal y como se ha comentado en el apartado referido a la evaluación inicial, se realiza una evaluación inicial de conceptos previos relacionados con el bloque C de 3º de ESO y bloques B y C de 4º de ESO (aunque estas cuestiones son más sencillas ya que se trata de conocimientos que todavía no han estudiado). Para ello, se decide utilizar la gamificación a través de Kahoot! En segundo lugar, se realiza un repaso del bloque C de 3º de ESO mediante aprendizaje basado en juegos, utilizando un dominó de elaboración propia. Los alumnos poseen distintas fichas con dos lados: en uno de ellos hay una imagen de un orgánulo y en el otro lado el nombre de un orgánulo. El objetivo es unir cada imagen al nombre del orgánulo que le corresponda.

Se vio necesario realizar tanto la evaluación inicial como el repaso puesto que el alumnado no suele ser capaz de identificar orgánulos y sus funciones asociadas tal y como describe Duda et al., (2020). Teniendo en cuenta los problemas que presenta el alumnado con estos conceptos, se decidió abordar esta temática a través de metodologías activas como la gamificación y el aprendizaje basado en juegos con el objetivo de lograr una mayor implicación por parte del alumnado, favoreciendo así, su motivación intrínseca.

Evaluación

Los instrumentos de evaluación utilizados fueron los descritos, Kahoot! y dominó. En el Kahoot!, se realizó la evaluación mediante el análisis de las respuestas dadas por los estudiantes. En el dominó, a través de la observación, se pudo identificar qué número de alumnos presentaban más dificultades a la hora de identificar los distintos orgánulos.

Actividad 2: Clase magistral de principales biomoléculas orgánicas y Dogma Central de Biología Molecular

Introducción y contextualización

En los resultados de la evaluación inicial se vio que los alumnos tenían ciertos conocimientos sobre el ADN pero no estaban familiarizados con otras biomoléculas. Por lo tanto, se decidió tratar en una clase magistral los glúcidos y lípidos antes de adentrarnos en los ácidos nucleicos, proteínas y el Dogma Central de la Biología Molecular. Cabe destacar, que estas biomoléculas no forman parte del currículo por lo que no fueron incluidas en el examen. Sin embargo, se consideró indispensable que el alumnado conociese su existencia para comprender la diversidad de biomoléculas que conforman la célula.

Objetivos didácticos

-Aprender la importancia de la función biológica de las distintas biomoléculas, destacando la estructura y la relevancia del ADN y el ARN, así como el Dogma Central de la Biología Molecular.

Temporalización y recursos

Para el desarrollo de esta actividad se necesita un proyector y las tablets de los alumnos para seguir la clase magistral mediante una presentación Power Point. No se necesita el apoyo de otros docentes y se realiza en el aula habitual.

Descripción de la actividad

La clase magistral se realizó apoyándome en una presentación Power Point. La explicación se realizó haciendo alusiones a cosas de la vida cotidiana. Por ejemplo, durante la explicación de los lípidos estuvimos hablando de la mantequilla y el aceite que pertenecen a este grupo, así pueden recordar fácilmente que su principal función es la energética. De manera similar, lo hicimos con el resto de biomoléculas. Durante la explicación del código genético, se puso un ejemplo en el que se cambiaba una base nitrogenada dando lugar a otro codón y, por lo tanto, a otro aminoácido lo que daría lugar a otra proteína distinta que podría afectar a su función, introduciendo el concepto de mutación que se trabajaría posteriormente. Al final de la clase, se explicó brevemente lo que se iba a realizar en la siguiente sesión en el laboratorio.

Evaluación

La evaluación de esta actividad se llevó a cabo mediante la observación. Se intentó implicar a la mayor parte de los alumnos cuando se realizaban preguntas abiertas a la clase con el objetivo de observar el grado de aprendizaje de cada uno. Se realizaron preguntas sobre cosas que se habían explicado con el objetivo de conocer el grado de comprensión de los estudiantes. Esta información fue anotada en el cuaderno del profesor. Se identificaron alumnos más implicados con mayor grado de aprendizaje y otros menos participativos con algunas dificultades. Todo esto se tiene en cuenta para las siguientes sesiones de la propuesta y se les prestará apoyo a los alumnos con dificultades.

Actividad 3: Práctica de laboratorio: Extracción de ADN de tomate.

Introducción y contextualización

Esta actividad se decidió llevar a cabo por dos razones: la primera de ellas es la aparición de “Estrategias de extracción de ADN de una célula eucariota” el currículo de 4º de ESO en el bloque C. Genética y evolución. La segunda es que mi tutora Patricia me pidió implementar alguna práctica de laboratorio ya que ella es geóloga y estaba interesada en aprender.

Objetivos didácticos

- Aprender y llevar a cabo estrategias de extracción de ADN.
- Comprender la relevancia de esta práctica en la investigación y la clínica.

Temporalización y recursos

La actividad se divide en dos partes: realización de la extracción de ADN de tomate (40 minutos) y reflexión y aplicaciones de la extracción de ADN como práctica en la clínica y en la investigación (10 minutos). Los materiales que necesitamos son: tomate triturado, detergente de lavavajillas, sal de mesa, alcohol 96º, pipetas Pasteur, tubos de ensayo, filtro o tamiz, vaso de precipitados y espátula o cuchara. Para el desarrollo de esta actividad fue necesario el apoyo de mi tutora Patricia ya que se trata de una actividad en la cual los alumnos necesitan estar supervisados todo el tiempo y tienen muchas preguntas y dudas. La actividad se desarrolló en el laboratorio de Biología del instituto.

Descripción de la actividad

En esta sesión se realizó una práctica de laboratorio en la que se llevó a cabo la extracción de ADN de tomate. Realizamos la práctica en grupos de 3 alumnos formados a elección de los alumnos, y partimos de tomate triturado para evitar tener que procesar la muestra, únicamente filtramos el tomate para eliminar los restos más grandes. El protocolo se encuentra disponible

en el Anexo 6. Mezclamos el tomate filtrado con la solución de extracción que consistía en 10 ml de detergente de lavavajillas, 90 ml de agua y una cucharada de sal. A continuación, transferimos 5 ml de la muestra a un tubo de ensayo al que añadimos lentamente 5 ml de alcohol 96° y dejamos reposar durante 5 minutos. A continuación, ya se observaba las dos fases: la superior con alcohol y la inferior con las moléculas de ADN. Para que el alumnado pudiese seguir la práctica con facilidad se les proporcionó un protocolo con todos los pasos a seguir. Cada paso del protocolo se iba realizando de manera conjunta por toda la clase para verificar si existía algún problema durante dicha ejecución. A lo largo del desarrollo de la práctica, se hizo hincapié en por qué se utilizaba cada “reactivo”. El detergente se utilizaba para destruir las membranas plasmáticas y liberar el ADN al medio, la sal para neutralizar las cargas negativas del ADN y el alcohol para su precipitación. Al final del protocolo, se proponían 3 preguntas relacionadas con la práctica. Las dos primeras de ellas en relación con el desarrollo de la práctica y la segunda de ellas en relación con su aplicación. Las preguntas se debatieron conjuntamente al final de la clase.

Esta actividad se llevó a cabo teniendo en cuenta que el alumnado presenta problemas a la hora de diferenciar los modelos de la estructura del ADN con la realidad (Mengascini, 2006). Con esta actividad se pretendía que el alumnado entendiese que la doble hélice de ADN se trata de un modelo y que conociese la verdadera apariencia del ADN a simple vista. Además, tal y como describe Osorio (2022), la experimentación permite la observación para poder adquirir conocimiento.

Evaluación

La evaluación se basó en observar la participación y la correcta extracción de ADN, manejando los instrumentos de laboratorio de manera correcta. Además, se observó la participación en el debate final valorando la argumentación de los alumnos sobre la aplicación de la extracción de ADN en la clínica y la investigación. Todas estas observaciones fueron anotadas en el cuaderno del profesor.

Actividad 4: Clase magistral sobre mutaciones y cáncer.

Introducción y contextualización

Para terminar los conceptos relacionados con la Biología Molecular del bloque C. Genética y evolución del currículo de 4º de ESO, se realizó una breve clase magistral sobre mutaciones genéticas y su importancia en cáncer, biodiversidad y evolución.

Objetivos didácticos

-Conocer el concepto de mutación y sus implicaciones en los distintos procesos biológicos.

Temporalización y recursos

La sesión se ha dividido en 3 momentos: explicación de nuevos conceptos (20 minutos), visualización del vídeo (5 minutos) y trabajo en dossier individual (15 minutos). Para el desarrollo de esta actividad se necesita un proyector y las tablets de los alumnos para seguir la clase magistral mediante una presentación Power Point y la visualización del vídeo que introducía brevemente lo que es el cáncer (enlace al vídeo en anexo 7). El alumnado trabaja en el dossier individual a través de sus tablets. No se necesita el apoyo de otros docentes y se realiza en el aula habitual.

Descripción de la actividad

En esta sesión se llevó a cabo una clase magistral explicando el concepto de mutación que ya fue introducido en la segunda sesión, así como, sus distintas implicaciones en el cáncer y la variabilidad genética. También se introdujeron conceptos nuevos como apoptosis, neoplasia o metástasis. Al final de la explicación se visualizó un vídeo sobre cáncer y metástasis del CNIO. Al final de la clase, se comienza a trabajar en el dossier individual el apartado “Ficha de trabajo: Estructura e importancia del ADN”. Se trata de un ejercicio que consiste en completar huecos en una frase, en ellos se trabajan conceptos relacionados con el ADN, Dogma Central de la Biología Molecular y mutaciones.

Evaluación

Para la evaluación de esta actividad, se realizaron preguntas para comprobar que los alumnos estaban siguiendo la clase y estaban comprendiendo los nuevos conceptos de manera adecuada. Los criterios para evaluar esta actividad fueron responder correctamente a las preguntas y observar la participación en la clase. Por otro lado, se evaluó el dossier individual, observando que los alumnos respondían correctamente a las preguntas y ejercicios.

Actividad 5: Modelización de ADN.

Introducción y contextualización

Como parte del trabajo del dossier individual, se realiza una modelización de ADN a la vez que se trabaja en ejercicios de completar enunciados relacionados con los ácidos nucleicos y el Dogma de la Biología Molecular.

Objetivos didácticos

- Aprender la importancia de la función biológica de las distintas biomoléculas, destacando la estructura y la relevancia del ADN y el ARN, así como el Dogma Central de la Biología molecular (Modelización ADN y trabajo en dossier individual).
- Comprender la relevancia de las mutaciones genéticas y sus implicaciones en los distintos procesos (Trabajo en dossier individual).

Temporalización y recursos

En esta actividad el alumnado trabaja de manera libre pudiendo decidir la temporalización de las actividades dentro de la misma sesión, es decir, podrían terminar los ejercicios del dossier si no estaban terminados y realizar la modelización o viceversa. En caso de no termina las tareas, se realizaron en casa ya que se consideró que se les había proporcionado tiempo suficiente. Los materiales necesarios para realizar la modelización se encuentran en el dossier individual en el apartado “Ficha de trabajo: Construye un modelo del ADN”. En ese apartado, se encuentran las instrucciones necesarias para realizar la modelización, así como los nucleótidos que hay que recortar y colorear. No se necesita el apoyo de otros docentes y se realiza en el aula habitual.

Descripción de la actividad

En estas sesiones se dejó trabajar al alumnado de manera libre, actuando tanto la tutora como yo únicamente como guías en caso de que fuese necesario. En estas dos sesiones, el alumnado tenía que llevar a cabo 2 tareas: la realización del dossier individual para su finalización y posterior entrega y la modelización del ADN organizándose como ellos considerasen oportuno.

A pesar de tratarse de trabajo individual, los alumnos trabajaron en los grupos de 4 personas en los que realizan el resto de proyectos, con la intención de fomentar el aprendizaje cooperativo.

En el dossier individual el alumnado debía elaborar un mapa mental con los principales conceptos estudiados, rellenar los huecos de las distintas partes de 2 dibujos de dos tipos de células (célula procariota y célula eucariota vegetal) a modo de repaso de la Biología Celular y un último ejercicio de rellenar huecos de distintas oraciones sobre ácidos nucleicos, el Dogma Central de la Biología Molecular, mutaciones y cáncer. Estos ejercicios sirven al alumnado para reforzar conceptos y para prepararse de cara al examen.

En cuanto a la modelización, se pretendía que los alumnos realizaran una cadena de ADN con los nucleótidos aportados teniendo en cuenta las uniones específicas Adenina-Timina y Citosina-Guanina. También tenían que tener en cuenta que se trata de una hembra anti-paralela, y las distintas partes de un nucleótido coloreándolas cada parte de un color (Imagen 2). Esta modelización permitió trabajar la complementariedad de las bases nitrogenadas, la estructura de los nucleótidos y características de la doble hebra de ADN como su orientación antiparalela.

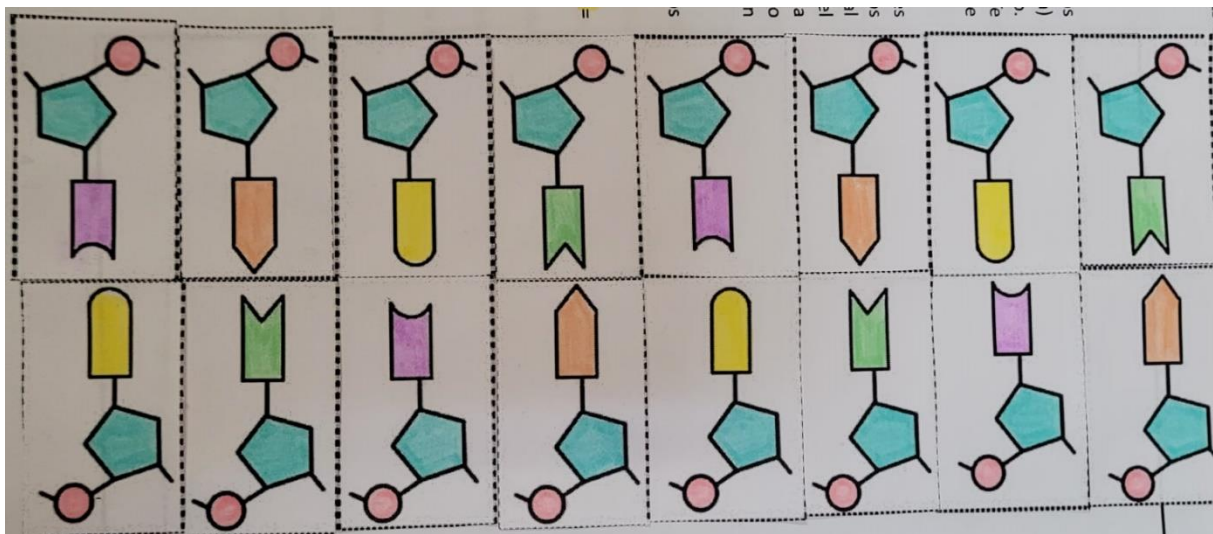


Imagen 2. Modelización de ADN realizada durante las sesiones 5 y 6.

Evaluación

Para la evaluación de esta actividad, valoraremos si la modelización ha sido realizada de manera correcta, es decir, se ha pintado cada base nitrogenada, fosfatos y desoxirribosa de su color correspondiente, así como que la unión de las bases nitrogenadas es la correcta. Los alumnos deberán entregar el modelo construido con un formato similar al de la Imagen 2. También, se evaluará que los ejercicios del dossier individual se han realizado correctamente.

5.3.2. Actividades relacionadas con la UD 2: “Ensayo contra el cáncer”

Actividades 6 y 7: Modelización “clásica” y en 3D de la mitosis.

Introducción y contextualización

Comenzamos la misión “Ensayo contra el cáncer” para trabajar los contenidos relacionados con el bloque B. División celular. Se les explica a los alumnos los objetivos de la misión, aunque como se mencionó anteriormente mi intervención acabo antes de la finalización de dicha misión.

En estas actividades se realizaron dos modelizaciones de la mitosis. La primera de ellas que ha sido denominada como “clásica” consiste en una modelización utilizando materiales tradicionales como la goma eva y la pizarra. La segunda de ellas, “mitosis en 3D”, se trata de una modelización en realidad aumentada a través de la aplicación División Mitótica 3D.

Objetivos didácticos

-Reconocer las distintas fases de la mitosis y su relevancia biológica.

Temporalización y recursos

Las dos modelizaciones se realizaron en dos sesiones diferentes. En la primera sesión, se realizó una breve clase magistral para explicar las distintas fases de la mitosis con una presentación Power Point (25 minutos) y, a continuación, se realizó la modelización “clásica” de la mitosis (25 minutos). En la segunda sesión, se realizó un breve repaso mediante una modelización en la cual ellos actuaban como los propios orgánulos de la célula (15 minutos), y a continuación, se les dio tiempo para trabajar la modelización en 3D con la App “División mitótica 3D” (35 minutos).

Para realizar estas actividades fue necesario un proyector para la presentación Power Point, las tablets de los alumnos, las piezas de goma eva para la modelización clásica, descargar la app “División mitótica 3D”, así como las tarjetas necesarias para la visualización de las distintas fases de la mitosis en realidad aumentada y el dossier individual. No se necesita el apoyo de otros docentes y se realiza en el aula habitual.

Descripción de la actividad

En la primera sesión se llevó a cabo una clase magistral con apoyo de una presentación Power Point sobre la importancia biológica de la mitosis y meiosis, sus diferencias y las distintas fases de la mitosis. Al tratarse de un tema que el alumnado no había trabajado en anteriores cursos y su alta complejidad, se decidió llevar a cabo una modelización de las distintas fases de la mitosis con cromosomas y centriolos de goma eva. El objetivo de las modelizaciones fue ayudar a la progresión de los modelos mentales de los alumnos ya que, al tratarse de un tema complejo, el alumno tiene dificultades para comprender la mitosis y tiende a desarrollar ideas o concepciones alternativas (Gómez et al., 2022). El alumnado reconstruyó las distintas fases de la mitosis en la pizarra, dibujando y con ayuda de las figuras de goma (Imagen 3). De esta manera, se consiguió un alto grado de atención del alumnado que se vio plasmado en clases posteriores ya que recordaban las distintas fases de la mitosis.

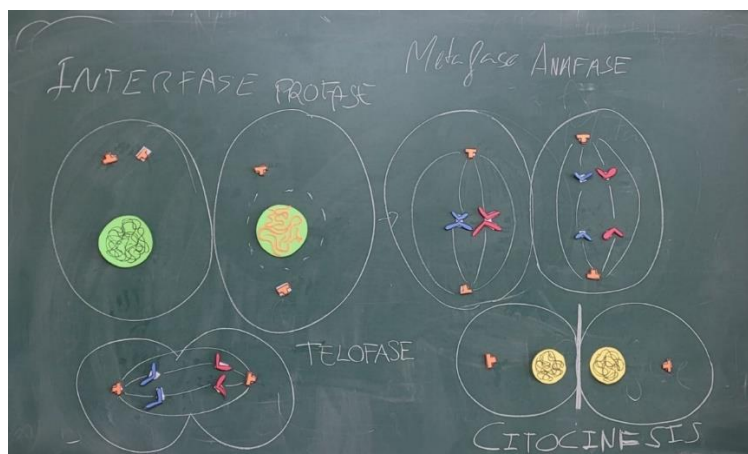


Imagen 3. Modelización de la mitosis realizada en la sesión 7.

En la segunda sesión se comenzó repasando brevemente los conceptos de la sesión anterior: fases de la mitosis e importancia biológica. Para ello, se realizó una modelización en la que ellos mismos simulaban la división celular y sus fases. Unos actuaban como cromosomas y otros como los centriolos que tiraban de ellos, simulando el huso acromático. Así íbamos mencionando las distintas fases de la mitosis a modo de repaso.

A continuación, se comenzó a trabajar en el dossier individual en el que constaban distintos ejercicios para trabajar las distintas fases de la mitosis con ayuda de la *App División Mitótica 3D* (Imagen 4). Una de las motivaciones para la realización de esta modelización en 3D fue la concepción alternativa que los alumnos presentan respecto a la estructura tridimensional de la célula. Se ha descrito que los estudiantes conciben la célula como estructura bidimensional (Mengascini, 2006). Además, está demostrado que al tratarse de un recurso mucho más visual se facilita el pensamiento concreto (López-Simó et al., 2017). Con esta aplicación se trabaja con 6 tarjetas, cada una de ellas representa una fase de la mitosis. Estas tarjetas son escaneadas a través de la aplicación, obteniendo una imagen de una fase de la mitosis. Al final de la clase, se reprodujo una canción que repasa brevemente todas las fases de la mitosis.

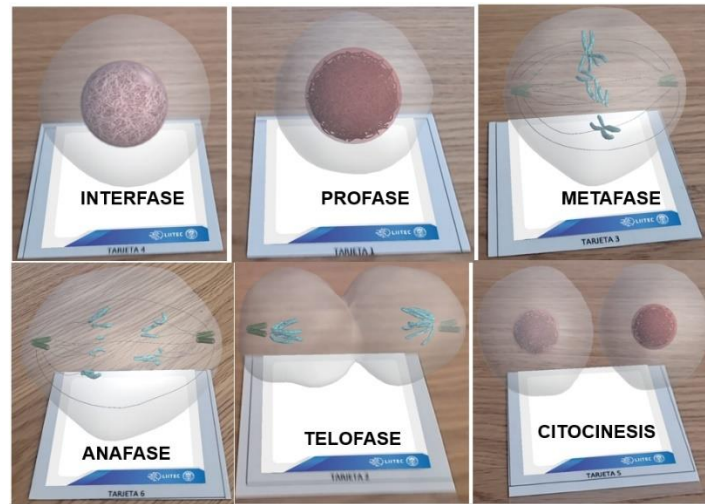


Imagen 4. Las distintas fases de la mitosis con la aplicación División Mitótica 3D utilizada en la sesión 8.

Evaluación

Para la evaluación de la primera modelización se observó que el alumnado realizaba correctamente las distintas fases de la mitosis con las piezas de goma eva y participaba activamente mediante la observación y anotaciones en el cuaderno del profesor. Por otro lado, la modelización en 3D se evaluó a través del análisis de las respuestas del dossier individual.

5.3.3. Sesiones de evaluación

Actividad 8: Repetición de la evaluación inicial.

Introducción y contextualización

Se planteó realizar una repetición de la evaluación inicial con el objetivo de que el alumnado fuese consciente en primera persona de la mejoría y el aprendizaje realizado después de la intervención.

Objetivos didácticos

- Desarrollar habilidades críticas y analíticas mediante la repetición de la evaluación inicial.
- Aprender a recibir retroalimentación constructiva.
- Repasar contenidos para el examen final.

Temporalización y recursos

En primer lugar, se realizó la repetición de la evaluación inicial a través de Kahoot!(20 minutos) y el resto de la clase se dedicó a resolver dudas y analizar los resultados de la evaluación (30 minutos). Se necesita un proyector y ordenador para trabajar con Kahoot!, los alumnos disponen de tablets para acceder al test. Para esta actividad, no es necesario el apoyo por otros docentes y se realiza en el aula habitual.

Descripción de la actividad

Se realizó la evaluación inicial de nuevo, los alumnos mostraron un alto grado de interés ya que parece que el Kahoot! es una herramienta que les agrada. Además, el hecho de que obtuvieran mejores resultados que la primera vez que se realizó la evaluación inicial motivó al alumnado.

Evaluación

La evaluación se llevó a cabo mediante el análisis de las respuestas, utilizando las estadísticas proporcionadas por la aplicación de Kahoot!. Se analizó tanto la progresión académica individual como la global.

Actividad 9: Cuestionario de valoración de la propuesta

Introducción y contextualización

Se planteó realizar una encuesta de valoración de la propuesta para conocer fortalezas y debilidades de la misma para así elaborar propuestas de mejora.

Objetivos didácticos

-Aprender a evaluar y realizar una reflexión crítica sobre una actividad concreta.

Temporalización y recursos

En primer lugar, se realizó la encuesta de valoración de la propuesta (20 minutos) y luego se comentó con la clase que les había parecido la intervención, así como se resolvieron dudas para el examen (30 minutos). La valoración de la encuesta se realizó a través de Google Classroom, por lo que los alumnos necesitaron sus tablets para responder a la misma. Para esta actividad, no es necesario el apoyo por otros docentes y se realiza en el aula habitual.

Descripción de la actividad

Se realizó un cuestionario de valoración de la propuesta (Anexo 5). El alumnado realizó el cuestionario con entusiasmo y se dejó tiempo para que terminasen el dossier individual de trabajo. El cuestionario constaba de 7 preguntas que debían valorar del 1 al 5. El cuestionario contenía preguntas a modo general sobre la propuesta. A continuación, preguntaba de manera específica por cada actividad realizada. Finalmente, se calificaba la intervención de manera global y se dejaba un espacio abierto para comentarios, sugerencias, recomendaciones y propuestas de mejora.

Evaluación

Para analizar la encuesta se llevó a cabo una revisión de las respuestas de los alumnos, así como de los comentarios propuestos a través del cuestionario de Google Classroom. Los comentarios se analizaron rigurosamente para conocer posibles propuestas de mejora de la intervención.

6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE

La evaluación de los resultados de aprendizaje en esta propuesta se realizó a través de varios instrumentos clave, como el dossier individual, el examen, y de forma significativa, la repetición de la evaluación inicial. Estos instrumentos no solo permitieron medir el progreso en términos de adquisición de conocimientos, sino también, observar cómo los estudiantes lograron consolidar las competencias trabajadas a lo largo de las sesiones, especialmente con el uso de metodologías activas.

Dossier individual: herramienta para la consolidación y revisión

El dossier individual, que representa el 30% de la calificación final, fue una herramienta que permitió a los estudiantes revisar y profundizar en los conceptos trabajados en el aula, como los orgánulos celulares, la estructura del ADN, y las fases de la mitosis. Este instrumento facilitó una evaluación continua de progreso del alumnado, permitiendo una reflexión más detallada de los contenidos. El dossier permitió trabajar las concreciones CE.BG.1.1.1 (*Comprende la estructura del ADN y su importancia biológica*), CE.BG.1.1.2 (*Reconoce e interpreta las distintas etapas del Dogma central de la Biología Molecular*), CE.BG.1.1.3 (*Conoce el concepto de mutación y sus distintas implicaciones*), CE.BG.1.2.1 (*Transmite información relacionada con la Biología Molecular utilizando terminología científica*), CE.BG.1.1.4 (*Identifica y diferencia las distintas fases del ciclo celular*), CE.BG.1.1.5 (*Comprende las funciones biológicas de la mitosis y la meiosis*) y CE.BG.1.2.2 (*Transmite información relacionada con la división celular, la mitosis y la meiosis utilizando terminología científica*).

En cuanto a los criterios de la UD1 CE.BG.1.1.1 y CE.BG.1.1.3, el alumnado mostró de manera general un alto grado de comprensión de la estructura del ADN y del concepto de mutación. Sin embargo, se encontraron algunas dificultades por parte de algunos alumnos para la lograr alcanzar la concreción CE.BG.1.2.1. Los alumnos mostraron comprender los conceptos de manera general, pero algunos de ellos mostraban dificultades a la hora de utilizar la terminología científica. Por ejemplo, en el dossier algunos de ellos indicaban que la estructura del ADN tiene forma de escalera de caracol, en lugar de doble hélice. Otro ejemplo podría ser que en lugar de decir replicación del ADN indicaban recopilación. Este hecho podría indicar también que la concreción CE.BG.1.1.2 no se habría alcanzado correctamente.

En relación con los criterios de la UD2, el CE.BG.1.1.5 se consiguió de manera clara. Sin embargo, algunos estudiantes mostraron dificultades en la concreción CE.BG.1.1.4 puesto que tenían dificultades para entender lo que sucedía en las distintas fases del ciclo celular, así como para expresarlo utilizando terminología adecuada (CE.BG.1.2.2).

Los resultados generales del dossier fueron satisfactorios, con una alta tasa de entrega y una correcta resolución de la mayoría de los ejercicios. 21 alumnos entregaron la tarea en el plazo establecido y 3 de ellos fuera de plazo y fueron calificados con un 0. La media obtenida de los alumnos que entregaron a tiempo fue 8,12. Esta buena calificación puede estar influenciada porque se trabajó el dossier en clase de forma colectiva y pudieron preguntar todas las dudas que les surgían. En cuanto a la modelización del ADN incluida en el dossier, los estudiantes lograron representar de manera adecuada las uniones de las bases nitrogenadas y la estructura de los nucleótidos, aunque se observó que algunos todavía mostraban dificultades al representar la orientación antiparalela de las cadenas de ADN. Estos errores, relacionados con la complejidad de la visualización tridimensional, habían sido anticipados, ya que la literatura destaca la dificultad de los estudiantes para comprender estas estructuras a partir de imágenes bidimensionales (Mengascini, 2006).

Examen escrito: evaluación formal de los conocimientos

El examen escrito, que constituyó el 70% de la calificación, fue una evaluación clave para medir la capacidad del alumnado para aplicar los conocimientos adquiridos. El examen constaba de dos partes: una primera, de tipo test realizada a través de Google Classroom, y una segunda parte, con preguntas abiertas y ejercicios que requerían mayor profundidad, véase Anexo 4. Cabe destacar que en el examen solo se trabajaron concreciones relacionadas con la UD1 puesto que la UD2 se encontraba enmarcada en la misión “Ensayo contra el cáncer” que fue finalizada después de mi intervención.

Los resultados mostraron una media de 6,4, lo cual indica un rendimiento aceptable, aunque con áreas que requieren refuerzo. Se trabajaron las concreciones CE.BG.1.1.1 (*Comprende la estructura del ADN y su importancia biológica*), CE.BG.1.1.2 (*Reconoce e interpreta las distintas etapas del Dogma central de la Biología Molecular*), CE.BG.1.1.3 (*Conoce el concepto de mutación y sus distintas implicaciones*) y CE.BG.1.2.1 (*Transmite información relacionada con la Biología Molecular utilizando terminología científica*). La parte de tipo test evidenció un alto grado de alcance de las concreciones CE.BG.1.1.1 y CE.BG.1.1.3. Sin embargo, de manera similar a lo encontrado en el dossier, en la parte de preguntas abiertas se observaron dificultades en algunos alumnos para la descripción de las fases de replicación, transcripción y traducción (CE.BG.1.1.2). También se observaron dificultades para utilizar terminología científica (CE. BG.1.2.1), algo que no podía ser identificado de manera tan evidente en la parte tipo test.

Repetición de la evaluación inicial: medición del progreso y reflexión crítica

Un elemento clave en esta propuesta fue la repetición de la evaluación inicial al final de las sesiones, utilizando la plataforma Kahoot!. Esta estrategia no solo permitió a los docentes evaluar el progreso académico de los estudiantes, sino también a los propios estudiantes reflexionar sobre su avance y mejorar su confianza respecto a los contenidos aprendidos.

La primera evaluación inicial, realizada al inicio de la intervención, mostró un porcentaje de respuestas correctas del 58,52%, con dificultades particulares en preguntas sobre la clasificación de biomoléculas y la ubicación del ADN en las células animales, donde muchos estudiantes no recordaban que las mitocondrias también contienen ADN. Tras las sesiones de trabajo, la repetición de esta evaluación inicial permitió comparar los resultados y evidenciar un notable incremento del porcentaje de aciertos, superando el 80% en la mayoría de las preguntas. Los resultados de ambas evaluaciones pueden ser consultados en el Anexo 1.

Este incremento refleja un claro progreso en la comprensión de los temas tratados, especialmente en los contenidos relacionados con el ADN, su estructura, y las bases moleculares de las mutaciones.

El uso de Kahoot! como herramienta de gamificación fue particularmente efectivo para mantener la motivación del alumnado, permitiendo una evaluación dinámica y participativa (Foncubierta y Rodríguez, 2014). Los estudiantes se mostraron satisfechos al comparar sus resultados iniciales y finales, lo que también contribuyó a un aumento de la autoestima y la percepción de su propio aprendizaje.

Valoración global y grado de consecución

El análisis de los resultados de aprendizaje indica que la mayoría de los objetivos didácticos planteados fueron alcanzados satisfactoriamente. Los estudiantes demostraron haber adquirido una buena comprensión de conceptos clave como la estructura del ADN, las fases de la mitosis, y el concepto de mutación y sus implicaciones biológicas.

El uso de metodologías activas fue un factor determinante para el éxito de la propuesta. La gamificación a través de Kahoot!, junto con las actividades prácticas y las sesiones de modelización, lograron que el alumnado asimilara los contenidos de manera más significativa. En particular, la modelización en 3D del ciclo celular ayudó a los estudiantes a superar la concepción errónea de que la célula es bidimensional, lo que permitió un mejor desarrollo de los modelos mentales relacionados con la biología celular.

A pesar del éxito general de la propuesta, se observaron algunas dificultades específicas. Un grupo de estudiantes continuó mostrando problemas para comprender algunos conceptos más abstractos relacionados con el Dogma Central de la Biología Molecular, en especial la diferenciación entre ARN y ADN, y la función específica de cada uno dentro del proceso de síntesis proteica, tal y como se indicó anteriormente. Estos errores se evidenciaron principalmente en el examen escrito, donde las respuestas abiertas exigían un mayor razonamiento crítico y aplicación de los conocimientos de forma más profunda.

Asimismo, aunque la mayoría de los estudiantes pudieron resolver adecuadamente los ejercicios relacionados con la mitosis en el dossier individual, algunos tuvieron problemas para describir de forma precisa las diferencias entre las fases de la mitosis. Este tipo de errores podría estar relacionado con la complejidad de los procesos biológicos y la necesidad de reforzar aún más el componente teórico.

Por último, se identificaron algunos estudiantes con dificultades para organizar sus ideas de manera clara en las respuestas abiertas, lo que afectó su rendimiento en las preguntas que requerían una explicación más elaborada. Este tipo de dificultades podría abordarse con actividades que promuevan trabajar la expresión escrita utilizando la terminología científica. También, realizando actividades para trabajar la organización de ideas y aprender a justificar respuestas basadas en la evidencia científica.

En cuanto a la práctica de extracción de ADN, no se calificó, pero sí se llevó a cabo la evaluación de la misma mediante anotaciones en el cuaderno. El alumnado mostró comprender el porqué del uso de cada reactivo y las distintas aplicaciones de esta práctica (CE.BG.3.3.1).

En resumen, la evaluación de los resultados de aprendizaje refleja que la propuesta didáctica alcanzó satisfactoriamente la mayoría de los objetivos planteados. El uso de metodologías activas, como la gamificación, el aprendizaje basado en juegos, y las modelizaciones prácticas, jugaron un papel clave en la consolidación de conceptos complejos. A través de la repetición de la evaluación inicial, se pudo comprobar un avance significativo en la comprensión de los contenidos por parte del alumnado, lo que refuerza la eficacia de estas estrategias didácticas en el ámbito de la Biología Molecular y Celular.

No obstante, se identificaron áreas que requieren refuerzo, en particular en la aplicación crítica de ciertos conceptos más abstractos. Esto sugiere la importancia de seguir integrando enfoques que combinen la práctica con la teoría para asegurar un aprendizaje integral y duradero.

A continuación, en la Tabla 4 se establece una relación entre las concreciones de los CEV, el instrumento empleado y el grado de consecución de la concreción a modo resumen.

Tabla 4. Relación entre las concreciones de los CEv, los instrumentos empleados y el grado de concreción de las concreciones en la propuesta. (Fuente: elaboración propia).

Concreción de los CEv	Instrumento y procedimiento empleado	Grado de consecución de la concreción*
CE.BG.1.1.1. Comprende la estructura del ADN y su importancia biológica.	Instrumentos: examen, dossier 1 y cuaderno del profesor. Procedimiento: análisis de respuestas del dossier y examen. Se complementaban con las anotaciones realizadas para hacer una valoración global.	2
CE.BG.1.1.2. Reconoce e interpreta las distintas etapas del Dogma central de la Biología Molecular.	Instrumentos: examen, dossier 1 y cuaderno del profesor. Procedimiento: análisis de respuestas del dossier y examen. Se complementaban con las anotaciones realizadas para hacer una valoración global.	1
CE.BG.1.1.3. Comprende el concepto de mutación y sus distintas implicaciones.	Instrumentos: examen y dossier 1. Procedimiento: análisis de respuestas del dossier y examen.	2
CE.BG.1.2.1. Transmite información relacionada con la Biología Molecular utilizando terminología científica.	Instrumentos: examen y dossier 1. Procedimiento: análisis de respuestas del dossier y examen.	1
CE.BG.3.3.1. Comprende el proceso de extracción de ADN y sus implicaciones.	Instrumentos: cuaderno del profesor. Procedimiento: Anotaciones realizadas durante el desarrollo de la práctica.	2
CE.BG.1.1.4. Comprende y diferencia las distintas fases del ciclo celular.	Instrumentos: dossier 2 y cuaderno del profesor. Procedimiento: análisis de respuestas del dossier. Se complementaban con las anotaciones realizadas para hacer una valoración global.	1
CE.BG.1.1.5. Comprende las funciones biológicas de la mitosis y la meiosis.	Instrumentos: dossier 2 y cuaderno del profesor. Procedimiento: análisis de respuestas del dossier. Se complementaban con las anotaciones realizadas para hacer una valoración global.	2
CE.BG.1.2.2. Transmite información relacionado con la división celular, la mitosis y la meiosis utilizando terminología científica.	Instrumentos: dossier 2. Procedimiento: análisis de respuestas del dossier.	1

Nota: Grado de consecución de la concreción. Nivel 0: no se ha desarrollado la concreción. Nivel 1: se ha desarrollado en parte. Nivel 2: se ha desarrollado la concreción, pero no por completo. Nivel 3: se ha desarrollado la concreción al 100%.

7. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA

7.1. Análisis crítico de la propuesta didáctica

Esta propuesta estaba enmarcada dentro de los bloques "Bloque B-Seres vivos-La célula" y "Bloque C-Genética y evolución" de 4º de ESO. Además, como se ha descrito a lo largo del trabajo se han utilizado diversas metodologías y herramientas que serán revisadas en este apartado. Si bien la mayoría de los estudiantes lograron progresar, ciertos aspectos requieren una evaluación crítica.

El uso de la herramienta gamificadora Kahoot! generó un alto nivel de motivación y participación del alumnado. Sin embargo, los resultados mostraron que, aunque los estudiantes mejoraron en las preguntas de tipo test, seguían teniendo dificultades para aplicar conceptos abstractos y realizar análisis más críticos, como la diferenciación entre ADN y ARN (se observó en el examen), o la comprensión del ciclo celular en fases detalladas (se observó en el dossier individual). Esto sugiere que, aunque herramientas como Kahoot! son útiles para captar la atención del alumnado, su uso debería complementarse con actividades que promuevan la reflexión crítica y el análisis profundo (López y Doménech-Casal, 2018).

Otro componente clave fue la práctica de laboratorio para la extracción de ADN, que permitió a los estudiantes visualizar conceptos teóricos de manera tangible. A través de las preguntas realizadas durante la sesión oralmente, se observó, a nivel general, que los alumnos y alumnas comprendieron el proceso de extracción de ADN y sus implicaciones y aplicaciones (concreción CE.BG.3.3.1). Sin embargo, creo que el grado de alcance de esta concreción no se dio hasta el final de la práctica cuando se pusieron en conjunto todas las ideas. El hecho de llegar al laboratorio generó un descontrol general del alumnado y tuve la percepción de que en ocasiones no tenían claro lo que estaban haciendo y el objetivo de la práctica. Fue al final de la clase cuando se aclaró todo y finalmente entendieron lo que habían realizado.

Sin embargo, la modelización del ADN planteó un problema importante. Aunque se pretendía que los estudiantes comprendieran la estructura molecular del ADN, la actividad la modelización propuesta tenía sus limitaciones. Se presentó una versión simplificada y bidimensional de una estructura compleja, lo que no permitió a los estudiantes percibir correctamente las implicaciones tridimensionales de la molécula ni sus funciones dentro del Dogma Central de la Biología Molecular. Este tipo de representaciones pueden generar malentendidos si no se explican correctamente las limitaciones de los modelos empleados. La literatura advierte que la confusión entre modelo y realidad puede limitar el entendimiento del alumnado si no se aclara la naturaleza simplificada de los modelos (Mengascini, 2006).

Con el objetivo de conocer el grado de satisfacción del alumnado con la propuesta y conocer posibles mejoras, se realizó un cuestionario que realizaron los estudiantes al finalizar la propuesta. El cuestionario constaba de 7 preguntas que se debían valorar del 1 al 5. La mayoría del alumnado considero que la propuesta había aumentado su motivación para estudiar la asignatura: 58,53% lo valoró con 5 puntos, 33,3% con 4 y 8,3% con 3. También, la mayoría del alumnado considero que las actividades realizadas habían facilitado la comprensión de la materia: 83,3% lo valoró con 5, 8,3% con 4 y 8,3% con 2 puntos. El resto de las preguntas eran sobre las actividades que se habían realizado, siendo la actividad con más éxito la extracción de ADN en el laboratorio. Sin embargo, el resto de las actividades (modelizaciones, Kahoot!, domino, etc), también obtuvieron 5 puntos por la mayoría del alumnado. En el apartado de

sugerencias, mejoras y comentarios no obtuve ninguna propuesta de mejora sino comentarios indicando los satisfechos que estaban con la propuesta.

7.2. Propuestas de mejora

A partir de los resultados observados a lo largo de la propuesta desarrollada, se plantean una serie de propuestas de mejora de cara a futuras aplicaciones en el aula. Estas son:

Refuerzo en la comprensión crítica de los modelos científicos

Es necesario ajustar las actividades de modelización para asegurar una mayor concordancia con los objetivos de aprendizaje teniendo en cuenta el modelo a emplear. En el caso de la modelización del ADN, se debería incorporar el uso de modelos tridimensionales que representen mejor la estructura helicoidal. Además, se debe incluir una explicación clara sobre la simplificación inherente a los modelos para evitar malentendidos. Utilizar simulaciones en 3D, realidad aumentada o aplicaciones interactivas, como se realizó con la modelización de la mitosis, puede ser una solución eficaz para que los estudiantes comprendan mejor la estructura y función del ADN en el contexto celular. Otra opción podría ser realizar la modelización utilizando plastilina tal y como realizamos en la asignatura de “Diseño de actividades de aprendizaje de biología y geología”. Esta opción permitiría visualizar la estructura en 3D.

Ampliación de actividades reflexivas

Dado que las dificultades mayores aparecieron en conceptos abstractos y en preguntas abiertas, sería útil introducir actividades de reflexión crítica tras las prácticas experimentales. Por ejemplo, en la extracción de ADN, los estudiantes podrían ser guiados a formular hipótesis antes de realizar la práctica y a realizar un análisis posterior de los resultados, comparando lo que esperaban encontrar con lo que realmente observaron. Esto ayudaría a fomentar el pensamiento crítico y a consolidar los aprendizajes. Podría haberse realizado bajo un problema, por ejemplo, dentro de la misión “La enfermedad de Julia”, se podría proponer que queríamos estudiar su ADN para encontrar alguna posible mutación que provocase su enfermedad. Otra forma podría ser proporcionarles los protocolos y proponer que los mejorasen tal y como se describe en el trabajo de Oñate-Salafranca y Cortés-García (2022).

Evaluación más diversa y profunda

Si bien el uso de Kahoot! fue eficaz en la evaluación inicial, es necesario complementarlo con evaluaciones más formativas y reflexivas que no solo midan el conocimiento teórico, sino también la capacidad de reflexión y autocrítica. Esto puede incluir rúbricas de autoevaluación y evaluaciones entre pares, donde los estudiantes reflexionen sobre su propio aprendizaje y el de sus compañeros, identificando áreas de mejora.

Transmisión de información utilizando terminología científica

Tal y como se observó tanto en el dossier como en el examen, parte de los alumnos mostraron dificultades para describir procesos biológicos y expresar sus conocimientos utilizando terminología científica. Estas dificultades evidencian la importancia de trabajar la argumentación en la clase de ciencias utilizando modelos como los que describe Ruiz-Ortega et al., (2015).

En resumen, la propuesta didáctica implementada tuvo un impacto positivo en términos de motivación y participación. Sin embargo, para mejorar la comprensión crítica y científica, es crucial ajustar las actividades de modelización, ampliar las oportunidades de reflexión crítica y diversificar las estrategias de evaluación, asegurando que los estudiantes no solo memoricen contenidos, sino que también sean capaces de aplicarlos en contextos más complejos.

8. CONSIDERACIONES FINALES

Tras la finalización de las prácticas me siento contenta y satisfecha con mi intervención y la propuesta didáctica. El prácticum II me ha brindado la oportunidad de acercarme a la realidad de la enseñanza en un instituto. Además, me ha permitido poner en práctica los conocimientos aprendidos durante el Máster.

El hecho de obtener tan buenos resultados en la encuesta de valoración y no obtener comentarios negativos me llena de satisfacción, ya que indican que el alumnado ha aprendido y disfrutado con la propuesta. Si algo he aprendido durante mi intervención es la importancia de hacer sentir bien al alumnado y motivarles. Si consigues esto, aunque dependiendo del grupo no es siempre fácil, el alumnado aprende de una manera distinta y mucho más efectiva que se ve reflejada en los resultados. Como he indicado anteriormente, mi tutora Patricia trabaja con la metodología Aprendizaje basado en Proyectos. He podido ver de primera mano cómo esta metodología junto con el aprendizaje cooperativo motiva a los alumnos y despierta en ellos interés por la materia, así como aumenta su grado participación durante las actividades. Esto se ve reflejado tanto en los resultados académicos como en el aprendizaje ya que el alumnado retiene y comprende los conceptos con mayor facilidad. Además, desde mi punto de vista, estos conceptos no los olvidan de manera fácil, sino que los retienen a largo plazo. Creo que el hecho de trabajar con metodologías activas permite que todo el alumnado aprenda y no sólo una parte exclusiva del grupo. Cuando llegué el primer día me quedé sorprendida del alto grado de participación y de que prácticamente toda la clase conocía los orgánulos de la Biología Celular. Considero que este hecho es debido a las metodologías utilizadas por Patricia.

La realización de la evaluación inicial me sirvió para orientar mi propuesta y saber en qué conceptos había que incidir. También considero que repetirla al final fue una buena idea ya que, además de servirme para medir el grado de mejora del alumnado, motivó al alumnado altamente al observar su grado de mejoría. En cuanto a las actividades realizadas, tal vez debería haber utilizado el aprendizaje basado en juegos para tratar los conceptos de Biología Molecular, con algo similar al dominó utilizado en Biología Celular. Me quedé con esa sensación porque sí es cierto que los conceptos del ADN y ARN quedaron claros, pero creo que no se incidió lo suficiente en el resto de biomoléculas. También me hubiese gustado trabajar con Sudokus genéticos. Se trata de un recurso que encontré en el blog “La rubisco es lo más” (Miró, 2021) que permite trabajar el código genético. Se proporciona una cadena de ADN, otra de ARN y otra de la proteína, pero incompleta, el alumno debe rellenarla a modo de sudoku teniendo en cuenta el código genético. Esta actividad no se realizó por falta de tiempo.

Respecto a la evaluación final, sinceramente esperaba una mejor nota media de la clase ya que, a lo largo de la propuesta, el alumnado participaba bastante y mostraba tener conocimientos sobre la materia. Sin embargo, al compararlo con las calificaciones del resto de exámenes del curso, la calificación media era similar a las anteriores pruebas. Imagino que tal vez estos resultados se deban a que siempre participaban y respondían los mismos estudiantes y que ellos han obtenido una buena calificación. Sin embargo, tal vez, el alumnado que no participaba no

ha obtenido tan buenas calificaciones. Esto se podría mejorar realizando preguntas más directas al alumnado que no participa, en lugar de generar preguntas abiertas para toda la clase.

Respecto al aprendizaje a lo largo del Máster, me ha servido para comprender conceptos relacionados con la didáctica, la pedagogía y la psicología. Estos conceptos se para mí resultaban bastante lejanos al venir de una formación puramente científica.

El Máster también me ha servido para darme cuenta del papel fundamental del profesor de ciencias experimentales tanto en la ESO como Bachillerato. El profesor de ciencias no es un mero comunicador de conocimientos científicos, sino que deber ser capaz de enseñar a los alumnos a reflexionar, ser crítico y aplicar conocimientos. Considero que esta es la tarea más difícil del profesor de ciencias.

Como conclusión final, el Máster ha sido una experiencia muy enriquecedora para mi futuro laboral como docente. Me ha permitido conocer la diversidad que existe en los centros educativos, así como poner en prácticas metodologías activas y ver el impacto de su uso directamente en el aprendizaje de los estudiantes durante las prácticas.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chattopadhyay, A. (2012). Understanding of mitosis and meiosis in higher secondary students of northeast India and the implications for genetics education. *Education*, 2(3), 41-47.
- Coll Salvador, C., Rochera Villach, M. J., Mayordomo Saíz, R. M., y Naranjo Llanos, M. (2007). Evaluación continua y ayuda al aprendizaje. Análisis de una experiencia de innovación en educación superior con apoyo de las TIC. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 5(3), 783-804
- Cornellà, P., Estebanell, M., y Brusi, D. (2020). Gamificación y aprendizaje basado en juegos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 28(1), 5-19.
- De Echave, A., Sánchez, M.D., y Serón, F.J. (2016). Un escenario creativo para la educación científica mediante la Realidad Ampliada. *Revista de Investigación en Educación*, 14 (2), 240-246.
- Deterding, S., Dixon, D., Kahled, R., y Lennart, N. (2011) From game desing elements to gamefulness: Defining “Gamificacion”. En MindTrek’11, *Proceedings of the 15th International Academic MindTreck Conference: Envisioning Future Media Environments* (pp 9-15). ACM New York. <https://doi.org/10.1145/2181037.218104>
- Domènech-Casal, J. (2016). “Drug Research”: una secuencia contextualizada de indagación sobre mitosis, cáncer y creación del conocimiento científico. *Investigación en la escuela*, 88, 93-111.
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM: componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 21(2), 29-4
- Domènech-Casal J. (2019). Escalas de certidumbre y balanzas de argumentos. Una experiencia de construcción de marcos epistemológicos para el trabajo con Pseudociencias en secundaria. *Ápica. Revista de Educación Científica*, 3 (2), 37-53. <https://doi.org/10.17979/arec.2019.3.2.4930>
- Duda, H.J., y Adpriaydi. (2020). Students’ Misconception in Concept of Biology Cel. *Anatolian Journal of Education*, 5(1), 47-52. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2005.09.012>.
- Ebrópolis, Observatorio Urbano. (Noviembre 2023). *Indicadores estratégicos de la provincia de Zaragoza*. <https://ebropolis.es/los-municipios-zaragozanos-mejoran-su-renta-reducen-la-brecha-en-desigualdad/>
- Feeney, S., Michicado, G., y Losarra, L. (2022). El aprendizaje basado en proyectos como política de enseñanza: algunas interrogantes. *Praxis Educativa*, 26(3), 1-23.
- Foncubierta, J.M., y Rodríguez, C. (2014) *Didáctica de la gamificación en la clase de español*. Edinumen
- Gilbert, J., Boulter, C., y Elmer, R. (2000). Positioning Models in Science Education and in Desing and Technology Education. En J. Gilbert y C. Boulter (Eds.), *Developing Models in Science Education* (pp. 3-17). Springer.
- Gómiz-Aragón, M., Aragón-Méndez, M.M., y Oliva, J.M. (2022). Los modelos de inmunidad y vacunas en los libros de texto de la enseñanza obligatoria. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 42, 155-174. <https://doi.org/10.7203/DCES.42.21899>
- Herrada Valverde, R. I. y Baños-Navarro, R. (2018). Revisión de experiencias de aprendizaje

cooperativo en ciencias experimentales. *Campo abierto*, 36 (2), 157-170 Johnson, D. W. y Johnson, R. T. (2014a). Cooperative Learning in 21st Century. *Anales de psicología*, 30(3), 841-851. DOI: 10.6018/analesps.30.3.201241 Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, 340, de 30 de diciembre de 2020, 122868-122953.

López-Simó V., Couso-Lagarón D., Simarro-Rodríguez C., Garrido-Espeja A., Grimalt-Álvaro C., Hernández-Rodríguez M. I., y Pintó Casulleras R. (2017). El papel de las TIC en la enseñanza de las ciencias en secundaria desde la perspectiva de la práctica científica. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 691-698, <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/334748> .

López, V., y Doménech-Casal, J. (2018). Juegos y gamificación en las clases de ciencia: ¿una oportunidad para hacer mejor clase o para hacer mejor ciencia? *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, 2 (1), 34-44.

Mengascini, A. (2006). Propuesta didáctica y dificultades para el aprendizaje de la organización celular. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2006, 3 (3), 485-495.

Miró, F. (Marzo de 2021). *ME LO LLEVO: Sudokus genéticos. La rubisco es lo más.* <https://www.larubiscoeslomas.com/sudokus-geneticos/>

Molina-Ruiz, N., y González-García, P. (2021). Ciencias Naturales y aprendizaje socioemocional: una experiencia desde la enseñanza de las ciencias basadas en la indagación. *Revista Saberes Educativos*, (6), 25-58.

Neira, J. (2021). La experimentación en ciencias naturales como estrategia de alfabetización científica. *UCMaule*, (60), 102-116.

Ocón, R. (2016). La gamificación en educación y su trasfondo pedagógico. *E-innova BUCM*, 60, 1-10.

Oliva J.M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 37(2), 5-24. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648>

Oñate Salafranca, N. y Cortés Gracia, A.L. (2022). Mejora de protocolos de laboratorio como ejemplo de prácticas científicas en ESO y Bachillerato. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 6(2), 65-79. <https://doi.org/10.17979/arec.2022.6.2.9151>

ORDEN ECD/1172/2022, de 2 de agosto, por la que se aprueban el currículo y las características de la evaluación de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón, 156, 27832-29022.

Osorio, L. (2022). Simulaciones como herramientas de aprendizaje y experimentación en la enseñanza de las ciencias naturales en educación secundaria. *Aquinas "Scriptum Scientiam"*, 1 (2), 6-14

Ruiz Ortega F.J., Tamayo Alzate O.E., y Márquez-Bargalló. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educação e Pesquisa: Revista da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo*, 41 (3), 629-645.

Sánchez-Bonilla, A.M., Ramírez-Rosales G.K., Pata-Quiñonez C.E., y Zapata-Licintuña M.J. (2022). Estrategias para el refuerzo de habilidades del aprendizaje colaborativo en estudiantes de secundaria del siglo XXI. *Polo del conocimiento*, 7 (3), 1472-1483.

Silva-Mesias, J.G., Coello-Bone, J.E., Loja Loja, C.M., Serrano-Ortega, G.F. y Castillo-Pindo B.M. (2023). Importancia de la experimentación en el proceso de enseñanza aprendizaje en los niveles de educación básica y bachillerato para potenciar el pensamiento crítico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 4825-4836

Sosa, J., y Dávila D. (2019). La enseñanza por indagación en el desarrollo de habilidades científicas. *Educación y Ciencia*, (23), 605-624.

Sotomayor, C., Vaccaro, C., y Téllez, A. (2021). *Aprendizaje basado en proyectos: Un enfoque pedagógico para potenciar los procesos de hoy*. Fundación Chile.

Villacrez M.V. (2017). La experimentación como estrategia pedagógica para fortalecer las habilidades de pensamiento creativo en ciencias naturales y educación ambiental. *Revista Criterios*, 24 (1), 69-97.

Zambrano Briones, M. A., Hernández Díaz, A., y Mendoza Bravo, K. L. (2022). El aprendizaje basado en proyectos como estrategia didáctica. *Revista Conrado*, 18(84), 172-182.

10. ANEXOS

Anexo 1: Preguntas evaluación inicial

1. El ADN... (81,48% de aciertos)
 - a. Solo está presente en óvulos y espermatozoides.
 - b. Es un conjunto de proteínas encargadas de la división celular.
 - c. **Es el material que codifica la información genética.**
 - d. Es el encargado de realizar la fotosíntesis.
2. En las células animales, el material genético se encuentra: (25,93% de aciertos)
 - a. Disperso en el citosol.
 - b. **En las mitocondrias y en el núcleo.**
 - c. Sólo en el núcleo.
 - d. En los cloroplastos.
3. Selecciona la verdadera. (59,26% de aciertos)
 - a. Todas las células son procariontas.
 - b. **Toda célula procede de otra célula.**
 - c. Los animales se dividen en procariontas y eucariontas.
 - d. Todas las células tienen la misma forma.
4. La estructura que regula el intercambio de sustancias con el exterior de la célula se llama... (51,85% de aciertos)
 - a. **Membrana celular**
 - b. Membrana nuclear
 - c. Endomembrana
 - d. Pared celular
5. La estructura que contiene la mayor parte del material genético en las células eucariontas se llama... (81,48% de aciertos)
 - a. Retículo endoplasmático.
 - b. Vacuolas
 - c. Lisosomas.
 - d. **Núcleo**
6. Son orgánulos celulares... (77,78% de aciertos)
 - a. Mitocondrias y proteínas.
 - b. Vacuolas y pulmones.
 - c. Retículo endoplasmático y lípidos.
 - d. **Vacuolas, ribosomas y mitocondrias.**
7. Son biomoléculas... (74,07% de aciertos)
 - a. Vacuolas y dinosaurios.
 - b. **Ácidos nucleicos, glúcidos, proteínas y lípidos.**
 - c. Ribosomas y mitocondrias.
 - d. Cloroplastos.
8. La celulosa es un...(22,2% de aciertos)
 - a. Ácido nucleico.
 - b. Lípido.
 - c. **Glúcido.**
 - d. Proteína.
9. La membrana celular está compuesta principalmente por... (55,56% de aciertos)
 - a. Glúcidos
 - b. **Lípidos.**
 - c. Ácidos nucleicos.
 - d. Minerales.
10. Las biomoléculas orgánicas están formadas principalmente por... (55,56% de aciertos)
 - a. Oxígeno.
 - b. Nitrógeno.
 - c. **Carbono.**
 - d. Azufre.

Resultados evaluación inicial antes de la intervención: <https://acortar.link/yhGNLM>

Resultados evaluación inicial tras la intervención: <https://acortar.link/JnxIqC>

Anexo 2: Dossier UD1

Dossier individual unidad didáctica 1 (fuente: Patricia Acero, IES El Picarral): <https://acortar.link/UuGtZ7>

Anexo 3: Dossier UD2

Dossier individual unidad didáctica 2 (fuente: Patricia Acero, IES El Picarral): <https://acortar.link/wGm3Bz>

Anexo 4: Examen

Parte 1 tipo test (fuente: Patricia Acero, IES El Picarral): <https://acortar.link/CQ0l6C>

Parte 2 aplicación (fuente: Patricia Acero, IES El Picarral): <https://acortar.link/ANG5Y9>

Anexo 5: Cuestionario de valoración: <https://acortar.link/OHQ7c7>

Anexo 6: Protocolo de extracción de ADN: <https://acortar.link/jcFYpI>

(Fuente: elaboración propia.)

Anexo 7: Enlace vídeo sobre cáncer

<https://www.youtube.com/watch?v=P2DuFrRAjcA>