Facultad de Educación
Universidad Zaragoza

Universidad Zaragoza
1542

Trabajo Fin de Máster

Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, Artísticas y Deportivas.

Especialidad en Biología y Geología

Didáctica de la inmunología en bachillerato. Haciendo fácil lo difícil.

Immunology didactics in Bachelor. Making easy the difficult one.

Autor
Aitor Valdeón Vélez

Director
Sergio Calavia Lombardo

Facultad de Educación
2020

Contenido

I.Introducción 2

II.Análisis didáctico de 2 actividades realizadas en asignaturas del máster y su aplicación en el prácticum 4

Actividad 1: Salida de campo 4

Actividad 2: Elaboración de la programación didáctica 5

III.Propuesta didáctica: 7

IV.Propuesta didáctica. Actividades 14

V.Evaluación final 22

VI.Evaluación de la propuesta didáctica y propuesta de mejora 24

VII.Conclusiones 26

VIII.Referencias bibliográficas 28

IX.Anexos 31

I. Introducción

Este Trabajo Fin de Máster, como trabajo final cuya superación supone el acceso a una titulación oficial de Máster Universitario, resulta de gran relevancia para mi, ya que mis circunstancias personales no han facilitado en absoluto el desempeño de las actividades para el máster.

Mi interés en la docencia viene desde bien joven, cuando daba clases particulares de matemáticas y química a un alumno de ESO, hace ya 20 años, cuando era estudiante de la Licenciatura en Biología en la Universidad del País Vasco. Tras licenciarme comencé a trabajar como cuidador de animales en Senda Viva, un parque zoológico del sur de Navarra, en el cual, entre mis diversas funciones, se incluían talleres a escolares y charlas divulgativas sobre fauna y conservación de la naturaleza. Para seguir formándome solicité excedencia, y realicé en paralelo un máster a distancia (Máster en Conservación de Espacios Naturales Protegidos, a través del Colegio Oficial de Ingenieros Forestales) y otro presencial en la Universidad de Zaragoza (Máster Universitario en Tecnologías de la Información Geográfico para la Ordenación del Territorio: Sistemas de Información Geográfica y Teledetección), además de algún curso sobre Programación Orientada a Objetos. Fue entonces cuando opté a las becas de doctorado del Gobierno de Navarra, consiguiendo una de estas becas, por lo que realicé mi doctorado en el Departamento de Geografía entre 2011 y 2015, formándome también en otros ámbitos con un gran potencial en el mundo de la educación, como el de guión y producción de documental científico (colaborando en el documental "Pyrene: Mito o ciencia" y realizando y dirigiendo el documental "La tortuga del desierto". Otros cursos realizados versan sobre programación y clase invertida. Por último, desde octubre de 2016 soy Profesor Asociado en el Departamento de Geografía de la Universidad de Zaragoza, ejerciendo docencia en tres grados (Geografía, Historia y Ciencias Ambientales) y en un Máster (Máster en Ordenación Territorial y Medio Ambiente), habiendo dirigido varios Trabajos Fin de Grado y Trabajos Fin de Máster.

La parte más gratificante de la tarea docente, lo que más me gusta y me motiva, es el hecho de poder enseñar y aprender, ya que a menudo es el profesor el que aprende de sus alumnos, así como poder intercambiar opiniones con el alumnado y con otros profesores, y, sobre todo, poder inculcar valores cívicos tanto en lo que respecta al trato de las personas como al medio ambiente en el que vivimos y a su rica biodiversidad.

En el primer párrafo hablo de "mis circunstancias personales". Estas se refieren a que trabajo en una empresa (Forestalia) a tiempo completo en Zaragoza, y como he dicho antes, también soy Profesor Asociado (TP6), lo que me ha dejado muy poco tiempo para poder disfrutar como es debido de este Máster. Por si fuera poco, vivo a una hora de coche en Fustiñana (Navarra) y debido a los condicionantes del trabajo, tuve que optar por la sesión vespertina para realizar mis Prácticum I, II y III, habiendo tan solo 4 plazas en este horario para Biología y Geología, dos de ellas en Zaragoza y las otras dos en Huesca. Siendo yo el tercero en poder elegir, las plazas de Zaragoza fueron ocupadas y tuve que ir a Huesca, complicando aún más mi ya ajetreada agenda. Sin embargo, estas prácticas, en el Instituto Ramon y Cajal de Huesca, fueron, dentro de la limitación del horario vespertino, en el cual la actividad se reduce drásticamente respecto de la mañana, muy productivas, asistiendo no solo a las clases que impartía mi tutor del centro, sino también a otras sesiones de la especialidad en primer curso de Bachillerato. Mi prácticum lo realicé con alumnos de segundo curso de Bachillerato de horario vespertino, lo que implicaba que mis alumnos eran mayores de edad, y cada uno con sus propias circunstancias (trabajo, familia…) por lo que la asistencia a clase era de unas 2-5 personas. El perfil general del alumnado del instituto era el de una clase media de la ciudad de Huesca, dentro del cual también había ciertas personas con dificultad, en especial inmigrantes con una escolarización precaria cuando no ausente.

Como ya he comentado, mis Prácticum II y III los realicé con los alumnos de segundo curso de Bachillerato en horario vespertino. En dichos Prácticum estuve como observador de algunas de las clases de la asignatura "Biología", e impartí el último tema, el de la Inmunología durante tres sesiones lectivas, siendo este posiblemente el tema más complejo del curso, o al menos el tema para el que yo tenía menos conocimientos, por lo que debí invertir gran cantidad de tiempo al propio estudio de los contenidos antes de poder preparar materiales e impartirlos. Al menos algunos de los alumnos deseaban presentarse a la EVAU y el profesor me recomendó que siga el libro que utilizaban (Panadero Cuartero, Razquín Peralta, García Climent, & Fuente Flórez, 2016), ya que ellos estudian con ese libro y debían ver todo el contenido para su preparación para la EVAU. Así, apenas tuve tiempo para innovar y hacer las clases más atractivas, dando clases demasiado expositivas a partir de lo poco "novedoso" que les pude poner, y en especial a partir del libro electrónico, que no dejaba de ser una versión estática idéntica al libro impreso.

Por lo tanto, para este TFM he considerado oportuno realizar una propuesta didáctica que permita impartir la unidad docente de la Inmunología a los alumnos de horario vespertino de segundo de Bachillerato, mediante la aplicación de metodologías de Flipped Learning, que, en mi opinión, al menos para este perfil concreto de alumnado, podrían funcionar mejor que las clases tradicionales llevadas a cabo por los siguientes motivos:

1. Los contenidos multimedia que se pueden integrar en los materiales docentes para mirar en casa son más atractivos que los contenidos estáticos del libro, por muy bien hechos que estén.
2. La asistencia a clase para varias personas se complicaba por temas personales como familia y trabajo, por lo que, si los contenidos los miran en casa a partir de un modelo de Flipped Learning, podrían resolver las dudas de varias sesiones el día que acuden a clase, o incluso a distancia vía email o mediante tutorías.

II. Análisis didáctico de 2 actividades realizadas en asignaturas del máster y su aplicación en el prácticum

Actividad 1: Salida de campo

Durante la asignatura "Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Biología y Geología", se realizó una salida de campo a los sotos del río Gállego a su paso junto a Zaragoza. En la salida de campo se recorrió un paseo por el soto del río, identificando numerosas especies arbóreas y arbustivas. Este tipo de especies son las ideales para enseñar al alumnado que recién comienza a estudiar la biodiversidad, al ser especies de un porte que no pasa desapercibido, y de las que se dispone abundante material docente como guías y claves. Por otro lado, las salidas de campo de finales de la primavera suponen una actividad no solo docente sino también lúdica-social, que rompe la monotonía del aula, aumentando la motivación y participación del alumnado.

En mi caso no pude poner en práctica durante el prácticum lo aprendido en esta actividad. La razón de ello es que, como queda reflejado en la introducción, únicamente pude impartir el tema de la inmunología, y con un tiempo muy limitado. Sin embargo, durante el prácticum sí que tuve la oportunidad de estar de oyente en las asignaturas de primer curso de bachillerato (Biología y Geología" y "Cultura Científica"), y en especial los conceptos geológicos sí que se ponían en práctica en la salida de campo, que recorría un tramo fluvial junto a sus terrazas fluviales y se visitaba la desembocadura del río Gállego en el río Ebro.

En especial, la observación de diferentes tipos de rocas depositadas en el lecho fluvial, nos ponían de manifiesto que han sido transportadas desde aguas arriba del río, demostrando la realidad del transporte fluvial, que quedaba de nuevo evidenciado al examinar la disposición de las rocas, orientadas en el sentido de la corriente de agua.

Por otro lado, se abrió un debate en torno a las aguas rojizas del río Gállego, que al unirse a las del río Ebro quedaban enmascaradas. El origen de esas aguas rojizas con un olor extraño es fruto de la contaminación procedente de una fábrica (creo que una papelera). Algunos compañeros tenían en sus móviles fotografías aéreas del punto de vertido en el cual se observa claramente cómo el agua aguas arriba del vertido tiene un color normal mientras que el vertido es rojizo y tiene el agua del río Gállego desde ese punto hasta la desembocadura en el Ebro.

Además, durante la salida tuvimos varios incidentes, desde el desagrupamiento de la clase hasta cortes de caminos debido al aumento del nivel de agua. Estas cuestiones nos permiten reflexionar sobre estrategias a abordar en futuras salidas de campo para evitar o minimizar estos contratiempos.

Respecto al desagrupamiento, siempre es más complicado salir al campo con grupos grandes que con grupos pequeños, ya que a menudo no hay docentes suficientes que aseguren que las explicaciones lleguen a todos los alumnos. Esto se acentúa en el campo, donde por una parte el sonido se recibe solo por vía directa al no haber paredes que permitan el rebote del mismo, y por otra parte la cantidad de estímulos externos, tanto naturales como provenientes de los propios compañeros, también aumenta considerablemente. Ante esta realidad, la opción más viable es la de establecer puntos estratégicos que permitan, por una parte, el reagrupamiento de la clase, y por otro, la observación de elementos de interés sobre los que realizar las explicaciones pertinentes. Así, durante la salida de campo recorriendo los senderos, los docentes iban explicando lo que se observaba por el camino a los alumnos que se situaban

cerca de ellos, mientras que el resto de los alumnos interaccionaban entre ellos, ya sea hablando sobre lo observado en la excursión o sobre temas totalmente ajenos a la misma. Sin embargo, existían puntos estratégicos en espacios más abiertos, donde se reagrupaba a la clase y se daban explicaciones que llegaban a todo el alumnado, que abandonaba las conversaciones ajenas a la actividad para atender y participar en el discurso y/o debate grupal.

Respecto a los cortes de caminos, tuvimos que retroceder sobre nuestros pasos y adaptar el recorrido a las circunstancias del momento. Esto probablemente se podría haber evitado si el día anterior se hubiese comprobado el estado del camino, lo que implica dedicar unos recursos, tanto de tiempo como de desplazamiento, para realizar estas comprobaciones de última hora que permiten reorientar la actividad salvando los posibles problemas. Sin embargo, el haber comprobado el estado del terreno el día anterior tampoco asegura absolutamente la ausencia de imprevistos, ya que el nivel del agua podría haber subido esa noche, e incluso pueden darse otro tipo de circunstancias e imprevistos que nos obliguen a adaptar la actividad a la realidad del momento.

En cualquier caso, las salidas de campo suponen una actividad docente muy atractiva a la que se le puede sacar mucho provecho si se diseña adecuadamente. Así, durante la salida de campo pueden tomarse muestras, fotografías, etc. para trabajarlas en el aula, observando las diferencias y semejanzas entre hojas de diferentes árboles, observar diferentes minerales e indagar sobre su origen… Por otro lado, como ha quedado demostrado, no es necesario irse lejos para organizar una salida de campo. Incluso en plena ciudad, hay espacios verdes, jardines, ríos, etc. que incluso estando altamente antropizados, pueden servir de escenario para prácticas que permitan ver fuera del aula al menos parte de los contenidos aprendidos en el aula, reforzando los conocimientos adquiridos.

Actividad 2: Elaboración de la programación didáctica

Durante la asignatura “Diseño curricular de física y química y biología y geología” la principal actividad evaluable es la elaboración de la programación didáctica de una asignatura. Me consta por lo hablado con otras personas que han realizado el máster equivalente en otras universidades, que no se les ha requerido hacer la programación completa de forma individual, sino que cada uno solo debía realizar una parte. Sin embargo, al realizar la programación completa, aunque supone un gran esfuerzo tanto reflexivo como de tiempo requerido, es uno de los trabajos al que se le puede sacar más rendimiento práctico para opositar como profesor de educación secundaria, dado que es una de las pruebas que se requieren para poder acceder a las plazas en la educación pública.

Más allá del aspecto práctico, resulta un ejercicio de gran relevancia para cualquier docente, ya que permite planificar el curso académico, sus contenidos y evaluación, a fin de evitar la improvisación que a menudo resulta en un exceso de contenidos en las temáticas en las que el profesor está más cómodo y un defecto en aquellos en los que no domina o que considera subjetivamente menos relevantes. Además, dado que los docentes a lo largo de su vida docente formarán parte de los Departamentos Didácticos, que deben desarrollar la programación didáctica de cada asignatura, como lo indica la Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo del Bachillerato y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón, resulta vital que hayan adquirido las competencias necesarias para realizar esta labor adecuadamente.

La misma Orden ECD/494/2016 también especifica doce elementos mínimos que debe tener una programación didáctica, entre los cuales se encuentran los objetivos para el curso, los contenidos mínimos, los criterios de evaluación y su concreción, procedimientos e instrumentos, la concreción del Plan de Atención a la Diversidad, el tratamiento de los elementos transversales, las actividades complementarias y extraescolares, etc. También debe contener los mecanismos de revisión, evaluación y modificación de las Programaciones Didácticas en relación con los resultados académicos y procesos de mejora. Esto significa que las programaciones didácticas no deben ser estáticas, sino que se deben actualizar a la realidad más reciente para hacer frente a los cambios que pueden darse en el centro, legislación, etc.

La programación didáctica realizada fue sobre la asignatura Biología de segundo curso de Bachillerato. La elección de esta asignatura fue porque es la que ejercité durante el prácticum, y esta actividad no la realicé en el primer cuatrimestre en la evaluación continua, sino que la presenté en la convocatoria de junio, una vez realizado ya el prácticum. Esto supuso abordar la actividad con más criterio, ya que durante el prácticum pudimos revisar las programaciones didácticas que tenía el departamento de Biología y Geología en el Instituto, y además asistí a la conferencia que se realizó en la Universidad de Zaragoza sobre la realización de la Programación Didáctica para las oposiciones de secundaria en Aragón.

Como he comentado antes, mi tarea la realicé después de hacer el Prácticum, por lo que en realidad no trasladé los contenidos del trabajo realizado a las actividades del Prácticum, sino que fue al revés, aprovechando el conocimiento adquirido en el Prácticum para hacer el trabajo de una forma más madura y aprovechable para las futuras oposiciones de secundaria a las que me pueda presentar.

Aun así me encontré dificultades propias de la programación, como el ajuste a un tamaño concreto de páginas, abordando todos los temas necesarios en la programación de la asignatura, pero sin extenderme demasiado para no quedarme corto ni pasarme del número de páginas. Por otro lado, asignar tiempos a las diferentes unidades temáticas implica un control de las materias, y por tanto obliga, al menos en mi caso, a hacer un repaso de todo el temario. Este tipo de programaciones tiene ciertamente pros y contras, ya que por un lado ayuda y sirve de guía para saber qué dar en cada momento, pero por otro, cualquier imprevisto (de fuerza mayor, o la oportunidad de una actividad enriquecedora como la charla de un profesional sobre la temática estudiada) obliga a reajustar la temporalización prevista, debiendo tener siempre un control muy preciso de los tiempos.

Así, la planificación del curso, si siempre es importante, lo es quizá más cuando se trata de un curso como segundo de Bachillerato, siendo este curso el previo a los estudios universitarios para quienes elijan realizarlos, y sobre todo porque para el acceso a la universidad deberán examinarse en una prueba independiente del centro docente, y resulta por tanto muy relevante estar adecuadamente preparado habiendo podido estudiar todos los contenidos estándar para la realización de estas pruebas.

III. Propuesta didáctica:

a. Título y nivel educativo

La enseñanza de la inmunología en segundo curso de Bachillerato mediante *Flipped Learning* y *Kahoot*. Haciendo fácil lo difícil.

La propuesta didáctica se enmarca en la docencia programada para el segundo curso de bachillerato de la asignatura de Biología, concretamente en el *Bloque 5: La autodefensa de los organismos: La inmunología y sus aplicaciones*.

El perfil concreto al que está dirigida esta propuesta didáctica es el del alumnado del régimen de enseñanza nocturno o vespertino. Esta opción está disponible en un pequeño porcentaje de centros educativos de secundaria, pero resulta fundamental para que un cierto número de personas puedan completar sus estudios de bachillerato cuando por diversas razones no pueden atender las clases en horario lectivo ordinario. Este horario se oferta a mayores de edad, comprendiendo un horario que puede extenderse hasta las 22:00 horas.

b. Evaluación inicial

La unidad didáctica de la Inmunología es por una parte una de las unidades didácticas más interesantes, en especial en lo que refiere a la lucha contra determinadas enfermedades, casos de enfermedades autoinmunes, o incluso protección contra antígenos mediante anticuerpos. Sin embargo, es así mismo una de las más complejas, y por tanto, se hace especialmente necesario evaluar los conocimientos e ideas previas que tiene el alumnado sobre la temática con el fin de diseñar mejor la estrategia para impartir los contenidos necesarios, profundizando más en aquellos en los que existe mayor confusión. Esta evaluación inicial servirá para, mediante la recogida de información sobre los conocimientos de los alumnos, poder tomar decisiones que permitan adecuar la propuesta, sus contenidos y métodos a la realidad del grupo y de cada uno de los alumnos y alumnas con los que se va a trabajar (Arrien, Ubieta Muñuzuri, & Ugarriza Ocerín, 1996)

El alumnado que cursa segundo de Bachillerato ha debido cursar anteriormente otras asignaturas en las que se forja una base que en este curso se reforzará y se añadirán conocimientos nuevos. Por tanto, la evaluación inicial deberá contener elementos que hayan debido cursar los alumnos anteriormente, pero también podrá tener los elementos básicos del contenido del presente curso, ya que a menudo habrá personas que cursen la asignatura por segunda vez, de modo que se pueda detectar cuál es la base de la que parten estas personas en el curso.

Entre los contenidos de cursos anteriores podemos encontrar los impartidos en:

- 3º ESO (Biología y Geología): En el Bloque 4, dedicado a "Las personas y la salud. Promoción de la salud", se estudia entre otras cosas el aparato circulatorio (criterio de evaluación BG 4.16), donde ya se introduce su importancia para la autodefensa del organismo, estudiando sus componentes y funciones. Además, para ser aún más específicos, el criterio de evaluación BG 4.7 especifica "Determinar el funcionamiento básico del sistema inmune" y el BG 4.8 "Reconocer y transmitir la prevención como práctica habitual e integrada en sus vidas y las consecuencias positivas de la donación de células, sangre y órganos". Por otro lado, también se estudian diferentes enfermedades, tanto infecciosas como no infecciosas, así como sus causas y los métodos de prevención de las mismas.
- 4ºESO (Cultura científica): En el Bloque 4, dedicado a la Calidad de vida, se estudian entre otros temas las enfermedades infecciosas, los patógenos

que las causan y los mecanismos de defensa, como queda de manifiesto el estándar de aprendizaje 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3., e incluso se hace mención expresa a la inmunidad innata y adquirida (4.2.4) y a la inmunización masiva mediante el uso de vacunas (4.3.3.), todos ellos contenidos importantes que se reforzarán en la asignatura a impartir.

- 1º Bachillerato (Biología y Geología): En el bloque 1: Los seres vivos: composición y función, se estudian las biomoléculas y hacen mención expresa a los monómeros y polímeros.
- 1º Bachillerato (Cultura científica): Aunque en el currículo no se menciona de forma expresa la inmunología, sí se tratan temas que guardan una estrecha relación, como el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, trasplantes e industria farmacéutica.

Por tanto, se propone realizar antes de comenzar a impartir nuevos contenidos, la evaluación de dichos conocimientos e ideas previas mediante una actividad de gamificación competitiva. La aplicación *Kahoot* cumple los criterios para incentivar el interés y la participación del alumnado (Bawa, 2018; Holguín, Madera, Valdepeñas, & Casado, 2014; Plump & LaRosa, 2017; Parra, Jordá Molina, & Casanova Pastor, 2018) y existen experiencias en las que se emplea para realizar la evaluación inicial que permita analizar los conocimientos previos de los estudiantes (Bartolomé Medina, Alcalde Aldea, Mena Guerrero, & Horcada Ibáñez, 2019).

Se ha diseñado un quiz en Kahoot con 10 preguntas, tanto de elección de respuesta (Quiz) (1 elección verdadera de 4 opciones) como de verdadero/falso. Las preguntas serán:

1. ¿Qué tipo de células son las encargadas de reconocer de forma específica determinados antígenos?
   Como opciones de respuesta están los eritrocitos, los linfocitos B, los linfocitos T y los macrófagos.
   Tras la respuesta se explicará que los linfocitos B reconocen determinados antígenos con las inmunoglobulinas asociadas a su membrana para convertirse en células plasmáticas productoras de anticuerpos contra ese determinado antígeno.
   Esta pregunta identificará a los alumnos que estén cursando la asignatura por segunda vez (o que por diversos motivos tengan ya conocimientos al respecto), ya que la información sobre tipos celulares implicados en la defensa del organismo es objeto de la unidad didáctica en la que se enmarca esta propuesta didáctica.
2. Verdadero o falso: La respuesta inmunitaria innata o natural es altamente específica del antígeno que la desencadena.
   Se explicarán sucintamente las principales diferencias entre la respuesta inmunitaria innata y la específica.
3. ¿Qué células son las encargadas de formar coágulos sanguíneos?
   Como opciones: Glóbulos blancos, Plaquetas, Glóbulos rojos y Anticuerpos
   Esta es una pregunta para la que se espera que la mayor parte del alumnado conozca la respuesta al ser un conocimiento que ya se ha visto con anterioridad, al menos en la asignatura de Biología y geología en el tercer curso de ESO.
4. Las inmunoglobulinas son…

Las opciones son: Proteínas que destruyen cualquier célula, Células que destruyen cualquier célula, Proteínas que se unen a células y/o moléculas a destruir, y Células que se unen a células y/o moléculas a destruir.
Se espera averiguar si los alumnos identifican las inmunoglobulinas como células o proteínas (dado que son glucoproteínas), así como el factor específico de su actuación.

5. Verdadero o falso: Las inmunoglobulinas "marcan" las células a las que se unen para que sean destruidas por los linfocitos T
6. El sistema inmunitario está compuesto de…
   Como posibles respuestas: moléculas como los anticuerpos, células como glóbulos blancos y plaquetas, algunos órganos, y Todas las respuestas son correctas
7. La inmunología basa su acción en el marcaje y reconocimiento de…
   Las opciones son: Solamente moléculas extrañas, Solamente células extrañas, Células y moléculas, solo si no forman parte del organismo, y Células y moléculas, tanto extrañas como del organismo
   Con esta pregunta se explica que se deben reconocer tanto células como moléculas, identificándolas como propias o como extrañas
8. Verdadero o falso: Algunos anticuerpos se adquieren de recién nacido desde la madre a través de la lactancia
9. La respuesta inmune innata
   Las posibles respuestas: Es de respuesta rápida y no específica, Tiene unos días de retardo y no es específica, Es de respuesta rápida y específica, y Tiene unos días de retardo y es específica
10. La inmunidad adquirida o adaptativa se adquiere…
    Como opciones: No se adquiere, sino que se tiene desde el nacimiento, De forma natural o de forma artificial, Solo tras superar una infección, y Solo mediante el uso de vacunas.

Puede visualizarse la aplicación propuesta en la siguiente dirección: https://create.kahoot.it/details/evaluacion-inicial/b4a20ee7-c99c-4713-af0a-cf6cdbdaa0a6

c. Objetivos

El principal objetivo de la presente propuesta didáctica es la adquisición por parte del alumnado de los conocimientos que están en el currículo aprobado por la Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo del Bachillerato y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón, en concreto los contenidos en el "Bloque 5: La autodefensa de los organismos: La inmunología y sus aplicaciones", en la asignatura "Biología" de segundo curso de Bachillerato.
La consecución de este objetivo exige lidiar con obstáculos como la complejidad de la temática, el cansancio tanto del alumnado como del profesorado al situarse la docencia de esta unidad didáctica prácticamente al final del curso, o incluso la posible presencia de ideas previas, ideas alternativas o falsas creencias (Campanario & Otero, 2000; Solaz-Portolés & Sanjosé López, 2008) como que algunas enfermedades como la leucemia aparecen en personas que han donado o recibido sangre, como producto de un hechizo o como un castigo divino por las malas acciones de la persona (Palacios Espinosa, 2006).

Para alcanzar el objetivo principal, se plantean los siguientes objetivos concretos

1. Motivar al alumnado para interesarse en la materia de estudio
2. Posibilitar un medio accesible y motivador de adquisición de contenidos fuera del aula dado el perfil de alumnado que a menudo tienen obligaciones que les impiden o dificultan la asistencia a clase.
3. Generar una metodología basada en el juego para reforzar conocimientos y corregir las ideas alternativas.

d. Justificación (Marco teórico)

Con la era de la informática la enseñanza ha evolucionado, al menos en cuanto a las tecnologías de apoyo a la docencia en el aula. A la clásica pizarra se le han ido incorporando proyectores luminosos que en un principio proyectaban imágenes estáticas en forma de diapositivas o transparencias, hasta los actuales proyectores digitales capaces de proyectar contenidos dinámicos procedentes del ordenador, desde presentaciones en formatos de diapositivas del tipo "PowerPoint" a vídeos, contenidos web o cualquier otro contenido visualizable en una pantalla.

Tal es la actual importancia de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), que en la legislación actual, y concretamente en la Órden ECD/494/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo del Bachillerato y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón, en las orientaciones metodológicas dispuestas para la asignatura de Física, se dice textualmente:

"El uso de las nuevas tecnologías en el aula es una valiosa herramienta para motivar a los estudiantes e integrarlos plenamente en el proceso de aprendizaje, fomentar la interactividad que no facilitan los libros de texto, diseñar materiales de aula adecuados al tipo de centro y de alumnado y potenciar su acceso a sitios web que les permitan profundizar en la materia fuera del horario escolar."

Esta afirmación es aplicable a cualquier asignatura, entre las que se incluye la de Biología. Además, en la misma normativa, ya concretamente para la asignatura de Biología, que es donde se enmarca la presente propuesta didáctica, también dice:

"Se debe tener en cuenta que las Tecnologías de la Información y Comunicación proporcionan al profesorado y alumnado de biología, la posibilidad de investigar sobre fuentes de información digitales relacionadas, así como permiten visualizar estructuras moleculares, vídeos de procesos bioquímicos, celulares o microbiológicos. Además, permiten acceder a información sobre noticias relacionadas con la asignatura para su mejor aprendizaje."

Entre los materiales digitales disponibles en internet, que pueden complementar los materiales físicos del aula, se encuentran numerosas fuentes de información cuya fiabilidad debe ser contrastada, como Wikis, redes sociales, noticias, webs especializadas o servidores de vídeos como YouTube. El profesor puede dar a los alumnos enlaces a aquellos contenidos que considera fiables e interesantes a fin de complementar o afianzar los contenidos de estudio.

La gamificación se ha convertido en los últimos años en una gran herramienta motivacional. Así, cuando el diseño de un juego se realiza correctamente, ayuda a enlazar nuestros intereses con la motivación intrínseca del jugador (Zichermann & Cunningham, 2011), es decir, como profesores podemos motivar a los alumnos para que aprendan sobre los elementos mostrados en el

juego e incluso para buscar nuevas fuentes de información que les permitan entender conceptos con los que poder obtener una mayor puntuación en el juego. Existen múltiples plataformas de gamificación implantables en el aula, como Kahoot, Socrative, Quizizz y otras, que fomentan el aprendizaje interactivo, funcionando de un modo similar a los clásicos "clickers" o mandos interactivos, pero con la ventaja de ser aplicaciones móviles gratuitas, accesibles desde los propios dispositivos móviles de los alumnos o desde los puestos a su disposición por el centro educativo, sin que supongan un coste añadido (Artal Sevil, 2016). De entre estas aplicaciones, *Kahoot* se ha establecido como una de las favoritas entre los estudiantes y el profesorado (Bicen & Kocakoyun, 2017; Pérez Miras, 2017; Muñoz, 2017; Martínez Navarro, 2017).

Kahoot permite lanzar preguntas al alumnado ajustando los tiempos de respuesta y mostrando imágenes que pueden ayudar a los alumnos a comprender mejor la pregunta. Permite diseñar un cuestionario de forma muy sencilla por lo que se podrán incorporar novedades y actualizaciones de última hora sin demasiado esfuerzo, lo que puede resultar útil para preguntar sobre temas de actualidad o para incorporar adaptaciones concretas para nuestro alumnado.

Kahoot dispone de dos portales principales:

1. Kahoot.com, para el diseño de la actividad y su uso por parte del profesor, controlando los tiempos en los que se comienza el juego, se pasa de una pregunta al siguiente, etc.
2. Kahoot.it es la web a la que acceden los alumnos para realizar la actividad.

Por último, *Kahoot* ofrece información sobre las respuestas de los participantes, tanto sobre la cantidad de aciertos como del tiempo empleado en responder a las preguntas, lo que el profesor puede emplear para realizar estadísticas a partir de las cuales corregir errores en el diseño de los futuros cuestionarios, o hacer el seguimiento sobre la evolución del conocimiento de su alumnado. Por otro lado, la aplicación ofrece a cada alumno información en tiempo real sobre el acierto o no de su respuesta, lo que le permite ser consciente de sus errores, y también ofrece un ranking de todos los participantes, lo que en un ambiente de aula en el que todos los compañeros se conocen, fomenta una competitividad lúdica que repercute sobre su motivación para participar de forma activa, e implicarse en el estudio de la materia.

Por otra parte, la educación a distancia se hace necesaria en aquellos casos en los que los estudiantes no pueden acudir a clase de forma presencial en horarios determinados, ya sea por la distancia a los lugares donde se imparte la docencia, o a determinadas obligaciones derivadas fundamentalmente de la familia y el trabajo.

Para este tipo de educación se han empleado múltiples metodologías y aplicaciones: *podcasting* (Laaser, Jaskilioff, & Rodríguez-Becker, 2010; Solano-Fernández & Sanchez-Vera, 2010), plataformas de *e-learning* o LMSs (Sistemas de Gestión del Aprendizaje) como *Moodle* (Martín-Blas & Serrano-Fernández, 2009), *ATutor* o *Sakai*, plataformas de video como *YouTube* o *Vimeo* e incluso plataformas de video destinadas expresamente al entorno educativo como EDPuzzle, que combina la edición y visualización de videos con la interactuación profesor-alumno.

Estas tecnologías también se están implementando dentro de una relativamente nueva metodología que recibe el nombre de *Flipped Classroom* (Fulton, 2012; Bergmann & Sams, 2012) o *Flipped Learning* (Clase invertida o aprendizaje

invertido), y consiste en que los alumnos realizan una tarea de estudio de forma autónoma fuera del aula, antes de la clase dedicada al tema estudiado, para que el tiempo invertido en el aula muestre la figura del profesor como un guía, resolviendo las dudas de los alumnos y aplicando el conocimiento adquirido de forma activa e interactiva, mejorando así la comprensión de los diferentes conceptos estudiados (Artal Sevil, Casanova López, Serrano Pastor, & Romero Pascual, 2017; Tourón, Santiago, & Díez, 2014). La metodología *Flipped Classroom* está mostrando su efectividad, en especial en el ámbito universitario (Reidsema, Kavanagh, Hadgraft, & Smith, 2017). Así, teniendo en cuenta el perfil del alumnado, siendo preuniversitarios y además mayores de edad, esta metodología puede mejorar su rendimiento y comprensión de la temática estudiada respecto a las metodologías tradicionales, y sin ser expresamente "Educación a distancia" sí que se minimizará el efecto de la falta de docencia sobre los alumnos que no pueden acudir a algunas sesiones.

Para ser consecuentes con el artículo 1 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, modificado por la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa, el diseño de estas metodologías debe tener un carácter inclusivo, teniendo en consideración la diversidad del alumnado, no solo los casos de alumnos con necesidad específica de apoyo educativo (ACNEAE), sino también otros casos en los que por diversas razones como el trabajo o las obligaciones familiares los alumnos no pueden estar disponibles durante al menos parte de las horas lectivas, como buena parte del perfil del alumnado al que se dirige esta actividad. Por tanto, los materiales docentes que se entreguen al alumnado para su trabajo siguiendo la metodología "Flipped" deben ser suficientemente completos como para que el alumno pueda ser capaz de adquirir todo el conocimiento que se exige curricularmente.

La combinación de gamificación con *Kahoot* y clase invertida ya se ha planteado en algunos entornos educativos (Moya Fuentes & Soler García, 2019), y es precisamente la metodología que se va a proponer para la unidad didáctica que estudia la inmunología dentro de la asignatura de Biología. Así, se entregarán materiales para que el alumnado trabaje en casa, para invertir el tiempo de clase interaccionando entre los alumnos y alumnas con el profesor, invirtiendo gran parte de las sesiones en la gamificación de la temática estudiada en casa mediante Kahoot.

Por otra parte, la educación de los jóvenes no constituye, o no debía constituir hoy en día un adoctrinamiento en el que el alumno crea todo lo que dice el profesor sin pensar, sino que debe promoverse el pensamiento crítico, para que puedan ser autónomos y puedan filtrar la ingente cantidad de información que se mueve actualmente gracias a la distribución digital, tanto de la prensa como de otras fuentes, tanto a través de la web como en las redes sociales. Para desarrollar esta actitud crítica ante la realidad y sus interpretaciones, desde hace varias décadas, se ha utilizado exitosamente la prensa en el aula, en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Vallejo Villalobos & Blanco Cuéllar, 1997).

Este empleo de la prensa parece que puede propiciar una ventaja para el desarrollo de las competencias típicas de asignaturas como Lenguaje o las Ciencias Sociales. Sin embargo, las Ciencias, por su propia naturaleza, son unas de las candidatas que podrían verse beneficiadas del uso de la prensa en el aula (Pereda Cendal, 1993). Dado el diferente ritmo de actualización de los libros de texto y de los contenidos curriculares de las enseñanzas (Pérez Tornero, 1988), con respecto a los artículos científicos, la prensa a menudo es el término medio,

que democratiza el conocimiento científico antes de que este sea implantado en los libros de texto y en los contenidos curriculares. Por tanto, el uso de la prensa en el aula, pese a las posibles dificultades que pueda suponer la incorporación del particular punto de vista del periodista, en el contexto de la didáctica de las ciencias supone ofrecer al alumnado temas actuales y novedosos, que a menudo despiertan el interés no solo del alumnado, sino de la sociedad en general, y además el análisis de varios periódicos y del proceso de construcción de las noticias puede resultar una actividad transversal de gran valor (Jiménez-Liso, Hernández-Villalobos, & Lapetina, 2010).

IV. Propuesta didáctica. Actividades

Contexto y participantes:

La propuesta está dirigida al grupo vespertino-nocturno de segundo curso de Bachillerato en el contexto de la asignatura "Biología". Aunque hay ocho personas matriculadas, a diario asisten al aula entre 2 y 6 personas. Estos alumnos, si bien son todos adultos y aparentemente de una clase socio-económica media, la mayoría son personas que acaban de terminar los estudios de ESO, habiendo repetido algún año, y deciden acudir en horario nocturno para poder compaginarlo con posibles trabajos. Sin embargo, también hay casos en los que tras cursar la educación obligatoria (ESO) dejaron los estudios durante algunos años, y ahora sienten la necesidad de terminar el bachillerato.

Objetivos:

Como se ha comentado anteriormente, el objetivo principal de esta propuesta didáctica es la de desarrollar y ejecutar, para los alumnos y alumnas que cursen el segundo curso de Bachillerato en horario vespertino o nocturno, los contenidos del "Bloque 5: La autodefensa de los organismos. La inmunología y sus aplicaciones" del currículo oficial para la asignatura de Biología de segundo curso de Bachillerato, descrita en la Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo del Bachillerato y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón, de modo que estos contenidos sean adquiridos por el alumnado.

Como objetivos secundarios de esta propuesta didáctica, que ayudan a lograr el éxito en el objetivo principal, podemos enumerar, además de los mencionados anteriormente, los siguientes:

1. Permitir el acceso a la docencia a todos los alumnos y alumnas matriculados, incluso si por sus circunstancias no pueden acudir parcialmente a las sesiones de aula.
2. Motivar la participación del alumnado, tanto para la realización del trabajo fuera del aula como dentro de la misma.
3. Incentivar el pensamiento científico y el espíritu indagador para la comprensión de los mecanismos de actuación del Sistema Inmune y sus aplicaciones para la mejora de la calidad de vida de las personas
4. Estimular la adquisición de las competencias clave para la asignatura de Biología, tal como se describen en el currículo de la Orden ECD/494/2016, y especialmente la Competencia Digital, dada la metodología propuesta.
5. Facilitar la asimilación de los contenidos de uno de los bloques más complicados de comprender dentro del currículo de la asignatura, a través de una metodología basada en Flipped Learning y gamificación.

Contenidos: Conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes:

La propuesta didáctica "Didáctica de la inmunología en el bachillerato: Haciendo fácil lo difícil" desarrolla los contenidos relativos a la inmunología, descritos en el Bloque 5 de la asignatura de Biología de segundo curso de Bachillerato, de la Orden ECD/494/2016.

El desarrollo de estos conocimientos, si bien se basa en el libro de texto “Biología” de segundo de bachillerato de la editorial Código Bruño (Panadero Cuartero, Razquín Peralta, García Climent, & Fuente Flórez, 2016), se han resumido o completado con otras fuentes de información, a fin de hacerlos más fácilmente comprensibles por el alumnado, que, además del libro de texto, cuentan con los materiales elaborados aquí, pudiendo acceder a ambas fuentes para su estudio.

En esta propuesta didáctica, como se ha explicado en los objetivos secundarios 3 y 4, se pretende el desarrollo de habilidades, destrezas y actitudes como la indagación y el pensamiento crítico, además de las contenidas en las competencias clave siguientes:

1. Competencia en comunicación lingüística
2. Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología
3. Competencia digital
4. Competencia de aprender a aprender
5. Competencias sociales y cívicas
6. Competencia de sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor
7. Competencia de conciencia y expresiones culturales

Se han puesto a disposición del tribunal calificador de este Trabajo Fin de Máster diversos materiales empleados para la realización de este TFM, además de en las rutas específicas de los servicios EDPuzzle y Kahoot en el siguiente repositorio:

https://drive.google.com/drive/folders/1tYJnQiblPQLSmorTrqr4Q0xcsF7PmbhT?usp=sharing

Secuencia de actividades:

En esta propuesta didáctica se plantean varias actividades para los alumnos:

1. Actividad 1: Evaluación inicial

   Por un lado, la primera que ya se ha comentado anteriormente es la evaluación inicial sobre temas de inmunología mediante gamificación con Kahoot.

2. Actividad 2: ED Puzzle + Kahoot

   A partir de ahí, se desarrollarían clases en video, generadas principalmente combinando diferentes programas informáticos como PowerPoint (para generar las presentaciones, que se guardarán en formato video), GIMP (para editar las imágenes), Da Vinci Resolve (para edición de vídeos) y EDPuzzle (para ponerlos a disposición del alumnado e interactuar con ellos).

   Se harían las diferentes unidades didácticas mediante esta metodología, de modo que en su trabajo en casa trabajen con EDPuzzle, y en el aula, tras iniciar la clase solicitando que se pregunten las dudas surgidas en casa y tratar de aclararlas, se hagan rondas de Kahoot con el mismo temario que se ha estudiado en casa de forma que, además de suponer el entorno lúdico que motiva al alumnado a asistir y participar, cada pregunta será explicada del siguiente modo:

- Primero, se preguntará a quien no haya contestado correctamente por qué ha contestado lo que ha contestado. De este modo podrán detectarse ideas previas erróneas, que podrán matizarse a fin de evitar estos errores en el futuro.
- Se preguntará a quien sí haya contestado la respuesta correcta, para que lo explique a sus compañeros. De este modo, se motivará la participación, la oratoria, y así mismo se podrán detectar ideas previas que sin necesariamente ser acertadas han podido dar lugar a la respuesta correcta, aunque sea por azar.
- Finalmente, el profesor alentará el buen trabajo del compañero que ha contestado bien y ha sabido transmitirlo a sus compañeros, y/o completará o corregirá la respuesta correcta.

A modo de ejemplo, se expone lo que será una unidad didáctica dentro del temario de la inmunología en forma de vídeo de EDPuzzle. Se ha elegido la unidad didáctica "los anticuerpos". Este vídeo se ha diseñado solicitando la interactuación del alumno cada 1-2 minutos, a fin de trabajar la concentración en lo que está viendo, evitando la monotonía que puede suponer simplemente estar viendo y escuchando el video.

El video original a partir del cual se ha hecho el EDPuzzle se hizo desde la aplicación PowerPoint, disponible en el repositorio online mencionado en la página anterior, en el que se hicieron transiciones y cálculos de tiempo, guardando el resultado en formato vídeo. Después este vídeo fue editado en el software Da Vinci Resolve, que es un editor de vídeos potente y gratuito, y por tanto utilizado en los institutos de educación secundaria en las asignaturas en las que se editan vídeos, como en algunos ciclos formativos de formación profesional. En esta edición hubo que alargar los tiempos previstos del PowerPoint y añadir el audio con las explicaciones. Posteriormente este vídeo se cargó en la plataforma EDPuzzle y se añadieron nuevos elementos como notas de voz, preguntas abiertas y preguntas tipo test o quiz.

Se puede acceder al mismo en el siguiente link:

https://edpuzzle.com/assignments/5e2f605cfd7c77413522a91d/watch

El vídeo comienza introduciendo al alumno el concepto de inmunoglobulina:

- Qué son y para qué sirven: son glucoproteínas que reconocen la presencia de antígenos y se unen a ellos. En la explicación se aclara el concepto de glucoproteína y se ilustra con una imagen llamativa de anticuerpos en el torrente sanguíneo junto a una célula granulosa y grande que representa a un patógeno.
- Cómo y de dónde se crean: A partir de células plasmáticas, que son células diferenciadas a partir de la activación de linfocitos B que ya tienen anticuerpos en su membrana celular. Se aprovecha para volver a explicar que las células de memoria también proceden de linfocitos B activados, ya que en otra sesión ya habrían visto los diferentes tipos de células implicados en el sistema inmunológico. Dicha explicación se acompaña de un gráfico con flechas en el que se representan las diferentes fases y la opción de diferenciarse los linfocitos B activados en células plasmáticas o células de memoria.

Tras la introducción se incorpora en el vídeo una pregunta con la que se pretende afianzar el conocimiento sobre la generación de anticuerpos a partir de los linfocitos B.

Al ser la primera pregunta se ha puesto una respuesta que identifique alumnos sin interés en el que responde “ni idea” y con el feedback se trata de motivarlos a prestar atención. Las otras tres respuestas son posibles errores por exceso de confianza o no interpretar bien la pregunta, con cuyo feedback se trata de reforzar la idea de que el linfocito B activado debe reproducirse para que después parte de los clones generados se diferencien en células plasmáticas y otros queden a la espera de una nueva infección como células de memoria.

Se continúa el vídeo introduciendo el concepto de epítopo o determinante antigénico mostrando una imagen en la que se representa un antígeno con varios epítopos y dos anticuerpos unidos cada uno en su epítopo. Posteriormente se comienza a hablar de la estructura de los anticuerpos, y en medio de la explicación se lanza una pregunta abierta para que expliquen la diferencia entre antígeno y epítopo, aclarando la diferencia en el feedback. Con esta interrupción lo que se pretende es retomar la atención del alumnado en un momento de la explicación que puede ser pesado.

Tras finalizar la explicación de las cadenas largas y cortas que forman un anticuerpo, así como la explicación de las regiones constante y variable, se lanza una pregunta tipo test en la que se combinan los posibles errores a corregir, como creer que las cadenas largas son 4 cadenas (cuando son dos) o que cada tipo de cadena forma una región (las largas la región constante y las cortas la región variable).

El vídeo continúa explicando los 5 tipos de inmunoglobulinas (IgG, IgA, IgM, IgE e IgD). Se ha modificado el orden en el que se explican estos tipos de inmunoglobulinas en el libro de texto, para crear una regla nemotécnica que ayude a memorizar y discriminar mejor la estructura, ubicación y función de cada tipo de inmunoglobulina. Es la que se ha llamado “GAME D” (“Juego D” en inglés). Dado que en el curso en el que se encuentran los alumnos ya están familiarizados con el inglés, al menos de forma básica, así como con videojuegos que a menudo utilizan la expresión “Game over” y otras, no será difícil memorizar esta regla y sin duda ayudará a ubicar cada uno. Para reforzar esta idea se lanza una pregunta abierta que vuelve a explicar la regla nemotécnica a la vez que requiere un feedback del alumno para que el profesor pueda ver si se ha entendido o si por el contrario requerirá una explicación añadida en la clase en el aula.

Tras la continuación de la explicación de los tipos de inmunoglobulinas y dónde se encuentran, se pone un gráfico explicando el proceso de una reacción alérgica en el que intervienen las inmunoglobulinas de tipo IgE.

Posteriormente se explican las funciones de las inmunoglobulinas: Neutralización, Activación del complemento (donde se añade una nota de voz recordando que si no se acuerdan de lo que es la activación del complemento repasen los apuntes de días pasados donde ya se ha tenido que ver este concepto), Aglutinación-precipitación y Opsonización-fagocitosis.

A partir de aquí se comienza la parte más práctica sobre anticuerpos, es decir, la fabricación de anticuerpos, explicando que según cómo se haga pueden ser anticuerpos policlonales o monoclonales. Se añade una nota de voz para explicar un caso práctico de fabricación de anticuerpos policlonales, por ejemplo, cuando que quiere tratar una víctima de envenenamiento por picadura de un animal, que a menudo el veneno se

compone de una gran variedad de tóxicos mezclados, por lo que se requieren muchos anticuerpos diferentes.

Tras terminar la explicación se lanza una pregunta de verdadero o falso en el que el alumnado requiere pensar y recordar los tipos de inmunoglobulinas vistos anteriormente.

Se continúa el vídeo con las ventajas y desventajas de cada tipo de producción de anticuerpos, y se lanza otra pregunta en la que los alumnos deben elegir si producirán anticuerpos monoclonales o policlonales para tener un cultivo indefinido de los mismos.

Para finalizar, se expone la explicación del caso práctico de la problemática de los grupos sanguíneos ABO por la presencia de anticuerpos y antígenos de cada tipo en el suero y eritrocitos de cada persona según sea de un grupo u otro.

Así, se plantean como las últimas preguntas a quién puede donar sangre alguien del grupo 0, y a quién puede donar sangre alguien del grupo AB.

Al finalizar el vídeo EDPuzzle se puede ver en gris las notas de voz o preguntas abiertas que no tienen una respuesta correcta clara de forma automática y en verde o rojo las preguntas tipo test en las que sí que están predefinidas las respuestas, poniendo en verde las respuestas acertadas y en rojo las erróneas. Al pulsar en “Show results” muestra el histórico con las respuestas dadas, tanto a las preguntas abiertas como a las tipo test, de forma que sirve de repaso de las mismas al alumno.

Esta actividad fomenta, sobre todo, las siguientes competencias:

- Competencia en comunicación lingüística: Las respuestas a las preguntas abiertas dan liberta al alumnado para que se exprese y consiga interactuar con el profesor
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología: Dado el contenido científico-tecnológico de la materia impartida.
- Competencia digital: El medio digital es el utilizado en estas actividades, tanto en el trabajo fuera del aula (EDPuzzle) como en el aula, que se emplearán también dispositivos electrónicos para interactuar con Kahoot.
- Competencia de aprender a aprender: En la actividad se harán continuas referencias a contenidos que deben entenderse previamente para avanzar con los nuevos contenidos, por lo que el alumno debe aprender a autoevaluarse a sí mismo para volver a repasar contenidos no comprendidos del todo a fin de lograr una comprensión global de todo el contenido.
- Competencia sociales y cívicas: Los contenidos de esta unidad didáctica están claramente relacionados con la salud, y de lo aprendido aquí podrán utilizarlo en la sociedad, como por ejemplo concienciándose sobre la importancia de los diferentes grupos sanguíneos en la sociedad, y por tanto de lo importante que resulta la donación de sangre para los enfermos que requieren estas transfusiones.
- Competencia de conciencia y expresiones culturales: El conocimiento de los mecanismos de autodefensa del organismo y de la actuación d las vacunas (no vistas en el EDPuzzle elaborado pero que sí se verían en otros EDPuzzle a lo largo de la unidad didáctica) permitirá concienciarse sobre la importancia de una

correcta vacunación de la población para evitar situaciones de riesgo y epidemias.

3. Actividad 3: Trabajando la actualidad en inmunología

En grupos de 2-4 alumnos (dependiendo del número de alumnos. En caso de bajo número de alumnos en el aula se hará por parejas) se hará una actividad para que cada grupo busque entre las noticias recientes una noticia sobre inmunología o investigación biomédica directamente relacionada con terapia con linfocitos, anticuerpos, etc. El profesor ayudará a los grupos a localizar el artículo científico original en el que se basa la noticia.

Los objetivos de esta actividad son, por una parte, estimular el pensamiento crítico del alumnado, comprobando las diferencias entre la versión científica y las diferentes versiones periodísticas de la misma. Por otra, se pretende que el alumnado valore la utilidad de los estudios que están realizando, por ejemplo, para la investigación biomédica, que directamente repercute en la calidad de vida de las personas y de la sociedad en general.

Al comienzo de la clase cada grupo expondrá la noticia que han elegido. Tendrán que comentar la noticia, sacar las ideas principales y la fundamentación de la metodología utilizada por el equipo investigador (ayudándose del artículo científico), para concluir con la significación del avance (potenciales usos, cómo mejorará la calidad de vida de las personas, etc). Para esta exposición los grupos utilizarán aplicaciones informáticas del estilo PowerPoint así como buscadores online y lectores pdf.

Si es posible, se intentará comparar la noticia en varios periódicos de distintas editoriales, pero en todo caso se comparará con el artículo científico original, con la finalidad de despertar y desarrollar el pensamiento crítico, así como las competencias lingüísticas de inglés. Se les permitirá ayudarse de traductores y otras herramientas digitales si el nivel de inglés excede la comprensión del texto por parte de los estudiantes.

Para facilitar y guiar estas tareas se les ofrecerá a los alumnos una serie de preguntas que deben hacerse:

1. ¿Crees que la noticia refleja fielmente los avances científicos descritos en el artículo científico original?
2. ¿Dicen lo mismo todos los periódicos comparados?
3. ¿Cuál es el avance científico? ¿Qué es lo “nuevo”?
4. ¿Refleja el título de la noticia la importancia del avance científico?
5. ¿En qué conocimientos de los estudiados en la asignatura se basan los estudios realizados?
6. ¿Qué repercusiones tiene o puede tener este avance científico en la sociedad?
7. ¿Cuál crees que será el siguiente paso en la investigación?

Así, cada grupo, expondrá su noticia y la misma será comentada abiertamente a modo de debate, de modo que el profesor pueda moderar dicho debate o incentivar el pensamiento crítico mediante preguntas y comentarios.

Cada grupo habrá diseñado 2-4 preguntas referentes a su noticia que se integrarán en un Kahoot que se jugará una vez expuestas y comentadas las noticias de todos los grupos.

Tras cada pregunta de Kahoot serán los propios alumnos que han diseñado esa pregunta los que explicarán las respuestas correctas a sus compañeros. Para que esto sea posible, cada grupo habrá tenido que enviar al profesor previamente sus preguntas para que éste pueda tener preparado el Kahoot compendio del trabajo de todos los grupos.

Esta actividad fomentará el trabajo en equipo, la curiosidad científica y las lenguas extranjeras, más en concreto el inglés, ya que es la lengua en la que hoy en día se publican los avances científicos en las correspondientes revistas científicas.

En cuanto a las competencias que se desarrollarán en esta actividad, podemos destacar las siguientes:

- Competencia en comunicación lingüística: La exposición de la noticia a sus compañeros, así como saber extraer lo importante de la misma, requiere de la comprensión de lo que se lee, y al mismo tiempo requiere saber transmitirlo a sus compañeros.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología: De nuevo, la temática científico-tecnológica es evidente.
- Competencia digital: Los alumnos requerirán el uso de dispositivos electrónicos, tanto para el desarrollo del trabajo, empleando buscadores web, herramientas ofimáticas, y como en las otras dos actividades, Kahoot.
- Competencia de aprender a aprender: El alumnado requerirá comprender los textos de sus noticias y artículos científicos para poder elaborar su presentación que deben transmitir al resto de compañeros.
- Competencia sociales y cívicas: El trabajo en equipos requiere la colaboración entre los miembros del equipo, repartiéndose las tareas y llegando a acuerdos. Por otro lado, los contenidos de esta actividad implican adquirir conocimientos aplicados a la salud tanto propia como de las otras personas con las que interactúen.
- Competencia de sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor: Serán los propios alumnos los que buscarán y elegirán el tema, así como la forma en que lo abordan. Además, al buscar preguntas sobre su tema para Kahoot que se harán a los compañeros de clase, tendrán que buscar y elegir las que consideren más relevantes para ver si se ha comprendido su exposición correctamente.

Se propone como posible noticia de estudio la surgida a partir del artículo científico en el que se descubre un linfocito T capaz de atacar diferentes tipos de cáncer sin atacar a las células sanas, publicado este enero en *Nature Immunology* (Crowter y otros, 2020). El artículo ha sido trasladado a los medios de una forma muy importante con una relevancia mundial. Se ha extraído la noticia de solo algunos periódicos online de habla hispana que han tratado la noticia (ver repositorio online) pudiendo ver la diferente manera en la que tratan la noticia. Mientras que todos en mayor o menor medida destacan el potencial de esta nueva célula para el tratamiento del cáncer, en algunos lo tratan como una cura universal contra todos los tipos de cáncer, mientras que otros más contenidos no hablan de todos los tipos de cáncer sino de varios tipos de cáncer.

Algunos, además, como BBC News Mundo dan una explicación muy didáctica sobre estos mecanismos (Gallagher, 2020), haciéndolo un material muy apetecible para su uso en el aula. Esta noticia sería muy buena candidata al tratar temas estudiados en clase como los linfocitos T, el reconocimiento celular, la inmunoterapia contra el cáncer…

Otra propuesta de noticia podría ser cualquiera referida al artículo publicado en la revista científica Cell Reports, en la que se estudia la atenuación del crecimiento tumoral mediante prebióticos (Li, y otros, 2020). En los periódicos que tratan esta noticia pueden observarse demasiadas frases hechas idénticas, lo que es indicativo de proceder de una nota de prensa en la que apenas hay aportación propia de los periódicos más allá de las deferentes ilustraciones utilizadas. Sin embargo, también se plantean avances en inmunología, por lo que las mismas preguntas genéricas planteadas son válidas para esta noticia, y la descripción de los prebióticos en cuestión puede estimular al alumnado a buscar más información sobre los mismos.

Sin embargo, la práctica se propone en su primera parte como una búsqueda de noticias por parte del alumnado, más que darles la noticia nosotros, con el fin de fomentar el espíritu indagador y las competencias digitales. Como se puede observar, ambas noticias son muy recientes, de tan solo unos pocos días, lo que muestra que la falta de noticias de temáticas biomédicas centradas en aspectos inmunológicos no supondrá un problema para realizar esta actividad.

En el Anexo III se muestran parte de la portada de los artículos científicos originales así como una muestra de los titulares periodísticos que hacen referencia a ambas noticias, y el enlace a la web donde se encuentran dichas noticias.

V. Evaluación final

Criterios de evaluación y competencias clave:

Según consta en la Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo del Bachillerato y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón, el currículo de la asignatura de Biología de segundo de Bachillerato, así como los criterios de evaluación y competencias clave, para el Bloque 5: "Autodefensa de los organismos. La inmunología y sus aplicaciones" es el siguiente:

Crit.BI.5.1. Desarrollar el concepto actual de inmunidad.

Crit.BI.5.2. Distinguir entre inmunidad inespecífica y específica diferenciando sus células respectivas.

Crit.BI.5.3. Discriminar entre respuesta inmune primaria y secundaria.

Crit.BI.5.4. Identificar la estructura de los anticuerpos.

Crit.BI.5.5. Diferenciar los tipos de reacción antígeno-anticuerpo.

Crit.BI.5.6. Describir los principales métodos para conseguir o potenciar la inmunidad.

Crit.BI.5.7. Investigar la relación existente entre las disfunciones del sistema inmune y algunas patologías frecuentes.

Crit.BI.5.8. Argumentar y valorar los avances de la Inmunología en la mejora de la salud de las personas.

Todos estos criterios de evaluación sirven para desarrollar la Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, como es obvio por la temática de la unidad didáctica, y además algunos de ellos como los criterios BI.5.2, BI.5.4 y BI.5.8. fomentan la Competencia en comunicación lingüística al requerir descripciones en los estándares de aprendizaje evaluables asociados a estos criterios de evaluación, y el BI.5.8. también incluye el fomento de las Competencias sociales y cívicas al desarrollar la parte más aplicada dedicada a avances en el tema de la inmunología: anticuerpos monoclonales, trasplantes…

La evaluación del alumnado en la asignatura se hará mediante una combinación de evaluación continua y examen final.

De esta forma, el 30% de la calificación se obtendrá a partir de las respuestas de EDPuzzle, el 30% de las respuestas de clase de Kahoot, y el otro 40% será derivado del examen final.

Así, las respuestas de EDPuzzle harán referencia únicamente al temario mediante Flipped Learning, mientras que las de los Kahoot de clase incluirán tanto los referidos al temario como los referidos a la actividad de las noticias.

Sin embargo, dado que el curso prepara al alumnado para la EvAU, antes de finalizar el curso se hará un repaso global, y para este repaso también se empleará Kahoot, por lo que se podrá obtener una prueba del conocimiento global adquirido mediante esta herramienta sin necesidad de realizar un examen final, y si la nota es superior a 7 sobre 10 en las actividades y los test, se mantendría esa nota sin necesidad de realizar exámenes. De este modo, podrán

centrar los esfuerzos de estudio para los exámenes finales en otras asignaturas que les resulten más complicadas o costosas.

Las preguntas de Kahoot a lo largo del desarrollo de la unidad didáctica, así como en el repaso global, con las que se evaluará al alumnado, contendrán los contenidos de los estándares de aprendizaje evaluables contenidos en la en la Orden ECD/494/2016, de forma que el alumnado que desee presentarse a la EvAU disponga de un conocimiento estandarizado adecuado para poder afrontar con éxito dicha prueba.

Por otro lado, en el caso de alumnos que por sus circunstancias no pueden acudir a clase, la parte de nota correspondiente a los ejercicios de Kahoot pasará por partes iguales a los ejercicios de EdPuzzle y el examen, de modo que el reparto de la nota será el 45% para los ejercicios de EdPuzzle y el 55% para el examen, que en este caso sí sería obligatorio al no poder disponer de pruebas que garanticen que ha sido el propio alumno, y no otra persona que haya podido acceder telemáticamente en su nombre, el que ha realizado los ejercicios empleados en la evaluación.

Este examen final, basándonos en los estándares de aprendizaje evaluables del Bloque 5 presentes en la Orden ECD/494/2016, contendría las siguientes preguntas:

1. ¿Qué tipos de respuesta inmunitaria hay? Explica brevemente las diferencias
2. ¿Qué diferencias hay entre un macrófago y un linfocito T?
3. Verdadero o falso: “La respuesta inmune primaria actúa de forma muy rápida y de modo muy específico contra los antígenos ya conocidos gracias a las células de memoria”. Justifica tu respuesta.
4. ¿Qué es un anticuerpo? ¿Cómo es su estructura?
5. ¿Cómo actúan los anticuerpos contra los antígenos? Describe las diferentes formas de ataque.
6. ¿Es lo mismo una vacuna y un suero con anticuerpos? ¿Para qué sirven?
7. ¿Qué es una inmunodeficiencia?
8. Describe el ciclo de desarrollo del VIH
9. ¿Qué son y para qué hacemos anticuerpos monoclonales?
10. ¿Por qué no sirven los órganos de cualquier persona para ser trasplantados a otra persona que lo necesita? ¿Hacia dónde dirigirías la investigación para solucionar este tipo de problemas en el futuro?

El modelo de examen puede consultarse en el Anexo I y la rúbrica para su corrección en el Anexo II.

VI. Evaluación de la propuesta didáctica y propuesta de mejora

La propuesta didáctica tendrá una evaluación multicriterio, tanto intrínseca como extrínseca.

Así, mediante los resultados académicos del alumnado, el profesor deberá detectar en qué temas concretos existe mayor o menor rendimiento y/o participación en el curso actual, así como correlacionar el rendimiento de estos temas con los tipos de actividades planteadas.

Estos resultados, además, podrán compararse con los de cursos anteriores en los que la metodología ha sido diferente, bien mediante comparación directa de resultados académicos, tanto del propio curso en el instituto, como de la EvAU para los alumnos que hayan elegido examinarse. A este respecto, experiencias similares también en temáticas de inmunología en las que se han empleado metodologías de Flipped Learning han demostrado mejorar sustancialmente los resultados de los alumnos (Prieto Martín, y otros, 2017).

Por otro lado, al final del curso se realizará una encuesta anónima en la que se instará al alumnado a evaluar tanto al profesor como la metodología empleada, con preguntas de valoración en las que se puntuará entre 1 al 5, siendo 1 "No estoy en absoluto de acuerdo"; 2 "Generalmente no estoy de acuerdo"; 3 "Ni de acuerdo ni en desacuerdo"; 4 "Generalmente estoy de acuerdo" y 5 "Estoy completamente de acuerdo".

Sobre el profesor habrá cuestiones como:

- El profesor estimula el aprendizaje de todos los alumnos
- El profesor planifica y coordina las actividades docentes adecuadamente
- El profesor explica con claridad los conceptos estudiados
- El profesor resuelve adecuadamente las dudas planteadas
- El profesor orienta adecuadamente al alumnado para la realización de las tareas asignadas
- En general estoy satisfecho/a con la docencia del profesor

Sobre la metodología las cuestiones serán:

- La metodología planteada me facilita el estudio
- El uso de Kahoot me resulta atractivo y estimulante
- Preferiría dar la clase de la forma tradicional mediante la exposición de los contenidos por el profesor en el aula
- Recomendaría la metodología Flipped Learning para futuros alumnos

Por último, habría un espacio de escritura libre en la que el alumnado expondría propuestas de cambio y/o mejora tanto de errores propios del profesor (sesgos hacia determinadas temáticas, forma de hablar y/o de ejecutar las sesiones de clase…) como de la metodología y/o de las actividades.

Con todos estos datos, el profesor deberá hacer autocrítica, rediseñando las actividades, reforzando las unidades didácticas más problemáticas o complejas de entender, e incluso corrigiendo sus propios defectos a la hora de impartir docencia.

En lo que respecta a la propuesta didáctica, de momento no se ha puesto en práctica, por lo que más errores seguramente podrán ser detectados y corregidos. Sin embargo, los materiales

desarrollados podrían ser mejorados con una dedicación extra de tiempo para resolver determinados problemas que se han dado:

- El sonido puesto en la edición del vídeo suena bajo y metálico, mientras que las notas de voz de EDPuzzle sí han recogido el tono de voz de forma correcta. Una reedición del vídeo con la grabación de la narración aparte en mejor calidad sin duda haría el vídeo más atractivo.
- El tono de voz a veces resulta monótono y hace que sea más fácil distraerse con otros estímulos externos. En la reedición que se ha hablado anteriormente también deberían trabajarse los cambios de ritmo que estimulan la atención del espectador.

Por otra parte, la actividad de las noticias de prensa se podría trabajar de otra forma, por ejemplo, asignando la misma noticia a todos los grupos, pero cada grupo solamente trabajando un periódico diferente (además del artículo científico), de modo que en clase se pudiera hacer entre todos una tabla en la que se analizaran las similitudes, diferencias y matices en los que cada editorial pone el énfasis. De esta forma el trabajo en el grupo posiblemente sea más centrado y eficiente, dejando los matices entre periódicos para el análisis grupal general del aula.

Por lo demás, creo que la propuesta, si bien puede mejorarse como hemos visto, puede suponer un gran aliciente para mejorar el rendimiento académico en esta y otras temáticas de cierta complejidad, mejorando no solo los resultados académicos, sino la predisposición al disfrute de las clases, y por ende, a una mayor motivación hacia salidas profesionales de este gremio, tan relevante en la calidad de vida de las personas.

VII. Conclusiones

La presente propuesta didáctica trata de combinar los avances tecnológicos con las nuevas formas de estudio y aprendizaje basadas sobre todo en el mundo digital e interactivo en el que se encuentra actualmente la humanidad, y sobre los jóvenes de nuestra sociedad.

Así, se han adaptado los contenidos curriculares a esta realidad temporal, de modo que las tareas y el estudio resulten más atractivos, y por tanto se reduzcan las distracciones que produzcan interferencias en el proceso de aprendizaje de los alumnos y alumnas.

Por otro lado, se ha creado una regla nemotécnica que ayuda a interiorizar los diferentes tipos de inmunoglobulinas, su estructura y su localización, "haciendo fácil lo difícil", como en el título de esta propuesta didáctica. Esta regla nemotécnica se empleo en la sesión de clase real, en la que la clase fue de tipo expositivo tradicional, y no como se propone en esta propuesta didáctica mediante Flipped Learning.

En cuanto a las opciones de implantación en el aula donde hice el Prácticum del Máster, en horario de bachillerato nocturno, el alumnado, todos mayores de edad, era bastante escaso, contando en el aula con unos 4 alumnos (entre 2 y 6 según el día). Teniendo en cuenta que había 8 matriculados, es evidente que conviene potenciar la motivación para asistir a clase, aunque es comprensible que cada uno tiene sus circunstancias personales, como pueden ser obligaciones laborales o familiares. Sin embargo, en mi opinión, también habrá ocasiones en las que no acudan a clase aun pudiendo, ya sea por cansancio o por otras razones, y es aquí cuando una buena motivación sí puede marcar la diferencia y aumentar así la asistencia.

He de decir, que la dificultad de la materia (al menos para mí es la parte más difícil de todo el curso) me ha obligado a volver a estudiar toda la terminología y conceptos, muchos de los cuales o no he visto en la carrera (mi formación en la Licenciatura de Biología fue especializándome en zoología, botánica y ecología, por lo que no cogí las asignaturas optativas que trataban estos temas) o ya se me habían olvidado (terminé la carrera en 2003).

Hay que ser consciente, que lo que puede parecer una gran ventaja para unos, puede ser un inconveniente para otros. Así, la metodología Flipped Learning puede ser una gran ventaja para las personas que requieren un mayor esfuerzo, al poder emplear los materiales en casa tantas veces como sea necesario, pero puede haber otras personas que no puedan o no quieran dedicar tiempo extra para el estudio fuera del horario escolar. Por lo tanto, es posible que deban buscarse estrategias adicionales para explotar el máximo potencial de cada una de las personas, sin comprometer el del resto de los compañeros y compañeras.

Sinceramente, creo que esta propuesta didáctica puede ser puesta en práctica con éxito, en especial con los alumnos de horario vespertino/nocturno, pero no solo con ellos, sino también con los de horario matinal ordinario, y espero que algún día así pueda hacerlo.

Para ello, para hacerlo con la soltura propia de un profesional de la docencia en secundaria, aún me queda mejorar en varios aspectos. Uno de ellos es el aspecto narrativo, ya que, durante la edición del vídeo, me he dado cuenta de lo difícil que es hacer la explicación evitando paradas y repeticiones de palabras. Esto me ha supuesto tener que repetir muchas veces las frases hasta que han quedado como deseaba, y aun así he tenido que hacer "arreglos digitales" cortando trozos de locución interrumpida y pegándolo a nuevos cortes de audio sin

que se note mucho, no tanto por el aspecto estético de la locución, que también, sino sobre todo para que el espectador se centre en el mensaje, y no en la grabación del audio. Supongo que como no estoy acostumbrado a grabar mi propia voz me resulta incómodo, pero como con todo, la práctica hará ganar en fluidez de modo que los posteriores arreglos sean mínimos.

Otro de los aspectos a mejorar es la actualización en lo que respecta a contenidos. Una actualización que, aparte de necesaria cuando hace varios años que se estudian ciertas temáticas, también es necesaria en el día a día docente, estando siempre actualizado de todos los avances que se van realizando. Y ya no solo en cuanto a contenidos, sino también en experiencias docentes y metodológicas, manteniendo el contacto con compañeros del mismo y de otros centros docentes, ya sea en las relaciones laborales diarias, como en cursos, conferencias, congresos y bibliografía sobre didáctica, y en especial, para un docente de Biología y Geología, sobre didáctica de las ciencias experimentales.

Este Trabajo Fin de Máster pone fin a la formación del Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, Artísticas y Deportivas, y por tanto es necesario, en un apartado de conclusiones como este, reflexionar sobre las experiencias del mismo, lo aprendido y lo que podría mejorarse.

Pese al trabajo que ha llevado lograr terminar esta formación, termino con una sensación de satisfacción, tanto por lo aprendido en el aula (sobre todo lo referente a legislación, programación, atención a la diversidad, evaluación, TICs,…) como en la experiencia que supone la realización del Prácticum, viviendo el día a día de la labor docente desde dentro, en las reuniones del departamento, en las clases de refuerzo, en las propias sesiones docentes donde se pueden ver los “trucos” o “tablas” de la experiencia de los profesores…

En mi opinión, y a sabiendas de la dificultad administrativa que llevaría, creo que el Máster podría mejorar reduciendo el tiempo de clases teóricas, por ejemplo, condensándolo todo hasta Navidad, y realizando una estancia continuada en el centro educativo de prácticas durante todo el segundo semestre, pues es las prácticas del instituto donde surgen la mayor parte de problemas a resolver, donde se debe actuar caso a caso ante la diversidad de estudiantes que llegan a las aulas, algunos desde otros países con muy desigual nivel académico, otros de familias con muy escasos recursos, otros con minusvalías de diferentes tipos…

En definitiva, y aun sintiendo que puede mejorarse en algunos aspectos, me siento satisfecho con la docencia recibida y con la profesionalidad de los docentes que hacen posible esta formación, imprescindible para la labor docente en nuestros institutos de educación secundaria.

VIII. Referencias bibliográficas

Arrien, E., Ubieta Muñuzuri, E., & Ugarriza Ocerín, J. (1996). *La evaluación inicial en las aulas de aprendizaje de tareas: Documentos de apoyo.* Gobierno Vasco.

Artal Sevil, J. S. (2016). Kahoot, Socrative y Quizizz. Herramientas gratuitas para fomentar un aprendizaje interactivo y la gamificación en el aula. *VII Jornada de Buenas Prácticas en la Docencia Universitaria con Apoyo de TIC.* Zaragoza.

Artal Sevil, J. S., Casanova López, Ó., Serrano Pastor, R. M., & Romero Pascual, E. (2017). Dispositivos móviles y Flipped Classroom. Una experiencia multidisciplinar del profesorado universitario. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa, 59,* 1-13.

Bartolomé Medina, E., Alcalde Aldea, M., Mena Guerrero, Y., & Horcada Ibáñez, A. (2019). Análisis de conocimientos previos sobre Ganadería mediante el uso de Kahoot en alumnos del Grado en Ingeniería Agronómica. *EdunovaTIC 2018. Conference Proceedings* (pág. 579). Eindhoven, NL: REDINE.

Bawa, P. (2018). Using Kahoot to inspire. *Journal of Education Technology Systems, 47*(3), 373-390.

Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: reach every student in every class every day.* Estados Unidos: ISTE.

Bicen, H., & Kocakoyun, S. (2017). Determination of University students´most preferred mobile application for gamification. *World Journal on Educational Technology: Current Issues, 9*(1), 18-23.

Campanario, J., & Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, 18*(2), 155-169.

Crowter, M., Dolton, G., Legut, M., Caillaud, M., Lloyd, A., Attaf, M., Galloway, S. A. E., Rius, C., Farrell, C. P., Szomolay, B., Ager, A., Parker, A. L., Fuller, A., Donia, M., McCluskey, J., Rossjohn, J., Svane, I. M., Phillips, J. D., & Sewell, A. K. (2020). Genome-wide CRISPR-Cas9 screening reveals ubiquitous T cell cancer targeting via the monomorphic MHC class I-related protein MR1. *Nature Immnunology, 21*, 178-185.

Fulton, K. (2012). Upside down and inside out: Flip your classroom to improve student learning. *Learning & Leading with Technology, 39*(8), 12-17.

Gallagher, J. (2020). Inmunoterapia contra el cáncer: el esperanzador tratamiento para tratar "todo tipo de cáncer". *BBC News Mundo*. Obtenido de https://www.bbc.com/mundo/noticias-51185091

Holguín, E. P., Madera, P. G., Valdepeñas, B. H., & Casado, M. L. (2014). *Kahoot en docencia: una alternativa practica a los clickers*. Recuperado el 2 de 11 de 2019, de http://abacus.universidadeuropea.es/handle/11268/3603

Jiménez-Liso, M., Hernández-Villalobos, L., & Lapetina, J. (2010). Dificultades y propuestas para utilizar las noticias científicas de la prensa en el aula de ciencias. *Revista Eureka de Enseñanza Divulgativa en Ciencias, 7*(1), 107-126.

Laaser, W., Jaskilioff, S., & Rodríguez-Becker, L. (2010). Podcasting: ¿Un nuevo medio para la Educación a Distancia? *Revista de Educación a distancia, 23*, 1-11.

Li, Y., Elmén, L., Segota, I., Long, T., Peterson, S., & Ronai, Z. (2020). Prebiotic-induced anti-tumor immunity attenuates tumor growth. *Cell Reports, 30*, 1753-1766.

Martín-Blas, T., & Serrano-Fernández, A. (2009). The role of new technologies in the learning process: Moodle as a teaching tool in Physics. *Computers & Education, 52*, 35-44.

Martínez Navarro, G. (2017). Tecnologías y nuevas tendencias en educación: aprender jugando. El caso de Kahoot. *Opción. Revista de Ciencias Humanas y Sociales, 33*(83), 252-277.

Moya Fuentes, M., & Soler García, C. (2019). La clase invertida o“Flipped Classroom” en la enseñanza de materias jurídicas. En R. Roig-Vila, *Investigación e innovación en la enseñanza superior. Nuevos contextos, nuevas ideas* (págs. 1226-1235). Barcelona: Ediciones Octaedro S.L.

Muñoz, M. (2017). Las TIC en educación: "Kahoot!" como propuesta de gamificación e innovación educativa para Educación Secundaria en Educación Física. 65 pp. (U. I. Educación, Ed.)

Palacios Espinosa, X. (2006). Creencias y prácticas populares relacionadas con el origen y tratamiento de la leucemia. *Repertorio de Medicina y Cirugía, 15*(4), 193-208.

Panadero Cuartero, J. E., Razquín Peralta, B., García Climent, A., & Fuente Flórez, M. (2016). *Biología Bachillerato 2.* Madrid: Código Bruño.

Parra, T., Jordá Molina, J. M., & Casanova Pastor, G. (2018). La aplicación Kahoot! para motivar la participación activa en el aula. En R. Roig-Vila, A. Lledó Carreres, J. Antolí Martínez, & N. Pellín Buades, *Redes de investigación en docencia universitaria. Volumen 2018* (págs. 343-352). Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad de Alicante.

Pereda Cendal, F. (1993). Utilización didáctica de la prensa escrita en el área de ciencias. Análisis de una experiencia. *Campo Abierto, 10*, 261-280.

Pérez Miras, S. (2017). El uso de los dispositivos móviles en clase de Historia: experiencia de uso de Kahoot como herramienta evaluadora. *Didáctica, Innovación y Multimedia, 14*(35), 1-12.

Pérez Tornero, J. (1988). La reconciliación entre la prensa y la escuela. *Comunidad Escolar (Cuadernos Prensa-Escuela).*

Prieto Martín, A., Díaz Martín, D., Lara Aguilera, I., Monserrat Sanz, J., Oliva Martín, R., & Barbarroja Escudero, J. (2017). Aspectos críticos para aplicar con éxito el modelo flipped classroom a la enseñanza de la inmunología: resultados de 5 años de

experiencias en la Universidad de Alcalá. *Teaching and Learning Innovation Journal, 1*, 18-23.

Plump, C., & LaRosa, J. (2017). Using Kahoot! in the classroom to create engagement and active learning: A game-based technology solution for eLearning novices. *Management Teaching Review, 2*(2), 151-158.

Reidsema, C., Kavanagh, L., Hadgraft, R., & Smith, N. (2017). *The Flipped Classroom. Practice and Practices in Higher Education.* Singapur, Singapur: Springer Nature.

Solano-Fernández, I., & Sanchez-Vera, M. (2010). Aprendiendo en cualquier lugar: el podcast educativo. *Pixel -Bit. Revista de Medios y Educación, 36*, 125-139.

Solaz-Portolés, J., & Sanjosé López, V. (2008). Conocimiento previo, modelos mentales y resolución de problemas. Un estudio con alumnos de bachillerato. *Revista electrónica de Investigación Educativa, 10*(1), 1-17.

Tourón, J., Santiago, R., & Díez, A. (2014). *The Flipped Classroom. Cómo convertir la escuela en un espacio de aprendizaje* (Innovación Educativa ed.). Barcelona: Editorial Océano S.L.U.

Vallejo Villalobos, J., & Blanco Cuéllar, M. (1997). La utilización didáctica de la prensa en ciencias naturales. *Encuentros en la Biología, 42*.

Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by Design. Implementing game mechanics in web and mobile apps.* Sebastopol: O´Reilly Media.

IX. Anexos

Anexo I: Modelo de examen final

Examen Final Unidad didáctica 5: Inmunología

2º Bachillerato. Biología

Nombre y Apellidos:

Responde a las siguientes preguntas utilizando la hoja del examen por ambas caras y si lo necesitas utiliza más folios por ambas caras, numerando cada uno y poniendo tu nombre y apellidos en cada uno de ellos.

1. ¿Qué tipos de respuesta inmunitaria hay? Explica brevemente las diferencias
2. ¿Qué diferencias hay entre un macrófago y un linfocito T?
3. Verdadero o falso: "La respuesta inmune primaria actúa de forma muy rápida y de modo muy específico contra los antígenos ya conocidos gracias a las células de memoria". Justifica tu respuesta.
4. ¿Qué es un anticuerpo? ¿Cómo es su estructura?
5. ¿Cómo actúan los anticuerpos contra los antígenos? Describe las diferentes formas de ataque.
6. ¿Es lo mismo una vacuna y un suero con anticuerpos? ¿Para qué sirven?
7. ¿Qué es una inmunodeficiencia?
8. Describe el ciclo de desarrollo del VIH
9. ¿Qué son y para qué hacemos anticuerpos monoclonales?
10. ¿Por qué no sirven los órganos de cualquier persona para ser transplantados a otra persona que lo necesita? ¿Hacia dónde dirigirías la investigación para solucionar este tipo de problemas en el futuro?

Anexo II: Rúbrica para la corrección del examen final

Pregunta	Respuesta esperada	Puntuación
1	Diferencia la repuesta innata o primaria y la secundaria	0,5
	Explica las diferencias en velocidad de actuación y especificidad	0,5
2	Explica los diferentes lugares de maduración celular	0,3
	Explica las funciones de ambos	0,4
	Explica la relación en la presentación de antígenos	0,3
3	Dice que es falso	0,5
	Explica que no es específica sino general al ser la primera línea de defensa	0,5
4	Define el concepto de anticuerpo correctamente	0,4
	Explica la estructura de dobles cadenas largas y cortas unidas por puentes disulfuro	0,3
	Explica que hay una parte constante y otra variable	0,3
5	Explica las 4 funciones estudiadas (0,25 puntos / función)	1
6	Responde que no	0,3
	Explica las vacunas y su función	0,4
	Explica los sueros y su función	0,3
7	Explica el concepto de inmunodeficiencia	1
8	Describe correctamente las diferentes fases	1
9	Explica los anticuerpos monoclonales y su proceso de fabricación	0,6
	Denota la importancia de los mismos en la investigación médica y detección de infecciones	0,4
10	Explica los problemas de compatibilidad	0,5
	Reflexiona y aporta ideas lógicas y fundamentadas	0,5
	TOTAL	**10**

Anexo III: Artículos científicos y titulares sobre la noticia de varios periódicos

ARTICLES
https://doi.org/10.1038/s41590-019-0578-8
nature immunology

Genome-wide CRISPR-Cas9 screening reveals ubiquitous T cell cancer targeting via the monomorphic MHC class I-related protein MR1

Michael D. Crowther[1,9], Garry Dolton[1,9], Mateusz Legut[1], Marine E. Caillaud[1], Angharad Lloyd[1], Meriem Attaf[1], Sarah A. E. Galloway[1], Cristina Rius[1], Colin P. Farrell[2], Barbara Szomolay[1,3], Ann Ager[1,3], Alan L. Parker[4], Anna Fuller[1], Marco Donia[5], James McCluskey[6], Jamie Rossjohn[1,3,7,8], Inge Marie Svane[5], John D. Phillips[2] and Andrew K. Sewell[1,3*]

Human leukocyte antigen (HLA)-independent, T cell-mediated targeting of cancer cells would allow immune destruction of malignancies in all individuals. Here, we use genome-wide CRISPR-Cas9 screening to establish that a T cell receptor (TCR) recognized and killed most human cancer types via the monomorphic MHC class I-related protein, MR1, while remaining inert to noncancerous cells. Unlike mucosal-associated invariant T cells, recognition of target cells by the TCR was independent of bacterial loading. Furthermore, concentration-dependent addition of vitamin B-related metabolite ligands of MR1 reduced TCR recognition of cancer cells, suggesting that recognition occurred via sensing of the cancer metabolome. An MR1-restricted T cell clone mediated in vivo regression of leukemia and conferred enhanced survival of NSG mice. TCR transfer to T cells of patients enabled killing of autologous and nonautologous melanoma. These findings offer opportunities for HLA-independent, pan-cancer, pan-population immunotherapies.

20 Minutos: Descubren una nueva célula que puede convertirse en la “cura universal” para el cáncer

https://www.20minutos.es/noticia/4124054/0/cientificos-descubren-celula-puede-convertirse-cura-universal-cancer/

BBC News Mundo: Inmunoterapia contra el cáncer: el esperanzador tratamiento para tratar “todo tipo cáncer”

https://www.bbc.com/mundo/noticias-51185091

Clarín: Un descubrimiento inmunológico podría servir para tratar numerosos tips de cáncer

https://www.clarin.com/sociedad/cancer-descubren-sistema-inmunologico-puede-escanear-cuerpo-evaluar-amenaza-debe-eliminada_0_zLr3_027.html

El Confidencial: Descubren una célula inmune que abre la puerta a tratar todos los tipos de cáncer

https://www.elconfidencial.com/tecnologia/ciencia/2020-01-21/cancer-celula-sistema-inmunologico-destruye_2421028/

El Ibérico: Científicos de Reino Unido descubren una célula que podría curar el cáncer

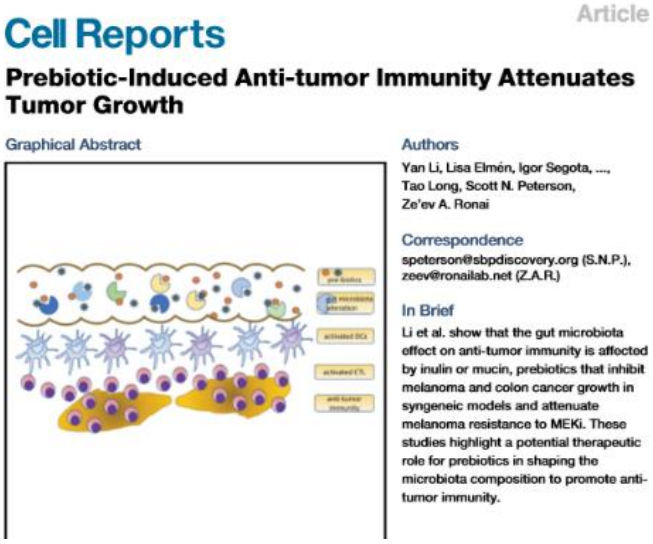
https://www.eliberico.com/reino-unido-curar-el-cancer/

Forbes Centroamérica: Por error, descubren potencial cura contra el cáncer

https://forbescentroamerica.com/2020/01/23/por-error-descubren-potencial-cura-contra-el-cancer/

La Razón: Descubren una célula del sistema inmune que acaba con “todos los tipos de cáncer”

https://www.larazon.es/salud/20200122/3askragmuzghtcqwx5ihfc2ioi.html



Cell Reports

Article

Prebiotic-Induced Anti-tumor Immunity Attenuates Tumor Growth

Graphical Abstract

Authors

Yan Li, Lisa Elmén, Igor Segota, ..., Tao Long, Scott N. Peterson, Ze'ev A. Ronai

Correspondence

speterson@sbpdiscovery.org (S.N.P.), zeev@ronailab.net (Z.A.R.)

In Brief

Li et al. show that the gut microbiota effect on anti-tumor immunity is affected by inulin or mucin, prebiotics that inhibit melanoma and colon cancer growth in syngeneic models and attenuate melanoma resistance to MEKi. These studies highlight a potential therapeutic role for prebiotics in shaping the microbiota composition to promote anti-tumor immunity.

ABC: Los prebióticos ayudan a la inmunoterapia a tratar el melanoma

https://www.abc.es/salud/enfermedades/abci-prebioticos-ayudan-inmunoterapia-tratar-melanoma-202002111711_noticia.html

20 Minutos (España): Los prebióticos ayudan a los ratones a combatir el melanoma activando la inmunidad antitumoral

https://www.20minutos.es/noticia/4148827/0/los-prebioticos-ayudan-a-los-ratones-a-combatir-el-melanoma-activando-la-inmunidad-antitumoral/

20 Minutos (México): Prebióticos podrían combatir melanoma: Estudio

https://www.20minutos.com.mx/noticia/852385/0/prebioticos-podrian-combatir-melanoma-estudio/

La Vanguardia: Los prebióticos activan la capacidad del sistema inmune contra el melanoma

https://www.lavanguardia.com/vida/20200211/473460359720/los-prebioticos-activan-la-capacidad-del-sistema-inmune-contra-el-melanoma.html

La Tribuna: Los prebióticos activan la capacidad del sistema inmune contra el melanoma

https://www.latribuna.hn/2020/02/11/los-prebioticos-activan-la-capacidad-del-sistema-inmune-contra-el-melanoma/

Diario Libre: Los prebióticos activan la capacidad del sistema inmune contra el cáner de piel

https://www.diariolibre.com/actualidad/los-prebioticos-activan-la-capacidad-del-sistema-inmune-contra-el-cancer-de-piel-OH16998305