

**Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación**

Trabajo fin de máster

**Mejora de la motivación en alumnos
de 2º de Bachillerato en Genética y
Biotecnología mediante Aprendizaje
Basado en Proyectos**

Presentado por: Luis Pedro García San Segundo Jiménez

Tipo de Trabajo: Propuesta de Intervención

Director: Daniel Martín Vertedor

Ciudad: Madrid

Fecha: 15/01/2019

Resumen

La enseñanza de las ciencias necesita renovarse. La excesiva falta de motivación por parte del alumnado es uno de los síntomas que llevan a pensar que los arcaicos modelos de enseñanza que se han venido usando hasta la fecha ya no satisfacen las necesidades que la sociedad demanda a la educación. Adicionalmente, resulta fundamental mejorar la competencia científica de los ciudadanos como base para conseguir un mayor desarrollo económico-social. Desde hace varios años, diversos modelos de impartir las clases están siendo propuestos y estudiados, y se está constatando su efectividad en diferentes ámbitos, tanto para alumnos como para profesores. Entre dichas metodologías destaca el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), que pretende, mediante el trabajo en pequeño grupo, resolver una determinada cuestión que sea de relevancia para el alumno. Estos nuevos planteamientos permiten que el educando se enfrente a los aspectos científicos de una manera mucho más práctica, auténtica, estimulante y cercana a su realidad, incentivando por tanto en ellos el interés y la motivación, garantizando un mayor éxito educativo.

Para la realización de este trabajo se ha establecido la genética y aplicaciones de la biotecnología como contenido adecuado para ser trabajado bajo este nuevo enfoque durante el transcurso de parte de 2º de Bachillerato. A lo largo del mismo se plantean una serie de sesiones que recogen diversas actividades, tales como extracción y análisis de sangre o estudio de la mitosis, donde se busca el trabajo en equipo de manera motivada y activa, contribuyendo al aprendizaje de conocimientos y al desarrollo competencial. Se concluye que el ABP resulta ser una opción muy apropiada para tratar contenidos científicos, dado que fomenta la motivación y por ende la implicación del alumnado.

Palabras Clave: Alfabetización Científica, Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), Biotecnología, Ciencia, Motivación.

Abstract

The teaching of science needs to be changed. The excessive lack of motivation in the students is one of the symptoms that lead us to think that the archaic teaching models that have been used so far, no longer meet the needs that society demands to education. Additionally, it is essential to improve the scientific competence of citizens as a basis for achieving greater economic and social development. For several years, various models of teaching classes have been proposed and studied, and their effectiveness in different areas is being verified, both for students and for teachers. Among these methodologies, Project-Based Learning (PBL) stands out, which aims to solve, through work in small groups, a specific issue that is relevant to the student. These new approaches allow the student to face the scientific aspects in a much more practical, authentic, stimulating and close to their reality, thus encouraging them interest and motivation, ensuring greater educational success.

In order to elaborate this work, the genetics and applications of biotechnology have been established as adequate content to be worked under this new approach during part of the course of the 2nd year of Bachillerato. Throughout it, a series of sessions that include several activities, such as blood extraction or analysis of mitosis, where teamwork is required in a motivated and active manner, contributing to the learning of knowledge and competence development. It is concluded that the PBL is a very appropriate option to treat scientific contents, since it encourages the motivation and therefore the involvement of the students.

Key Words: Scientific Alphabetization, Project Based Learning (PBL), Motivation, Biotechnology, Science.

Índice de Contenidos

1. Introducción	7
2. Justificación y planteamiento del problema	8
2.1. Justificación del trabajo.....	8
2.2. Planteamiento del problema	12
2.3. Objetivos generales.....	14
2.3.1. Objetivos específicos.....	14
3. Marco teórico	15
3.1. ¿Qué es la motivación y cómo usarla en nuestro beneficio?.....	15
3.2. Aprendizaje Basado en Proyectos, ¿por qué puede ser útil?.....	19
3.3. Aprendizaje Basado en Proyectos y Constructivismo	23
3.4. Aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la enseñanza de Ciencia.....	24
4. Propuesta de intervención	27
4.1. Contextualización de la propuesta didáctica.....	27
4.1.1. Título. Justificación. Contextualización.....	27
4.1.2. Objetivos didácticos.....	30
4.1.3. Competencias clave.....	32
4.1.4. Contenidos.....	34
4.1.5. Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje.....	35
4.1.6. Índice de coherencia.....	37
4.2. Metodología	38
4.3. Actividades y temporalización.....	40
4.4. Recursos.....	49
4.5. Evaluación del alumnado.....	50
4.6. Evaluación de la propuesta	54
5. Conclusiones	57
6. Limitaciones	58
7. Prospectiva	60
8. Referencias bibliográficas	62
9. Anexos	67
I. Anexo I. Encuesta de satisfacción del alumnado.....	67
II. Anexo II. Artículos para su lectura durante la actividad 9.....	68

Índice de figuras

Figura 1. Pirámide de Abraham Maslow	17
Figura 2. Etapas del Aprendizaje Basado en Proyectos I	20
Figura 3. Etapas del Aprendizaje Basado en Proyectos II	21
Figura 4. Matriz DAFO	56

Índice de tablas

Tabla 1. Índice de coherencia	37
Tabla 2. Cronograma del trabajo	40
Tabla 3. Rúbrica de evaluación continua	50
Tabla 4. Rúbrica de evaluación de exposición	52
Tabla 5. Rúbrica de evaluación de la propuesta	54

1. Introducción

A lo largo de la presente Propuesta de Intervención realizada como punto y final del Máster Universitario en formación del profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, impartido por la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR), se abordarán diferentes aspectos de gran relevancia en la actualidad.

Ciencia es sinónimo de progreso, sin embargo, resulta ser una palabra poco atractiva para los jóvenes que se hallan en periodo formativo. Es por tanto que conseguir que los estudiantes aprecien y más aún se vuelquen por la Ciencia, supone un cambio trascendental en todos los aspectos de la sociedad, garantizando una mayor implicación y un mejor desarrollo. Son los docentes quienes, modificando el arcaico sistema de enseñanza y las metodologías monótonas y poco efectivas que se emplean en la enseñanza de las ciencias, han de ser capaces de transmitir no sólo la epistemología referente a éstas, sino también algo más allá, y es el gusto y la pasión por ellas. Esto se conseguiría si el alumnado se encontrara con altos niveles de motivación.

Durante el desarrollo del presente trabajo se pretende demostrar que, aplicando metodologías novedosas y dinámicas como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), se puede conseguir que el alumnado se encuentre mucho más implicado por la Ciencia y con altos niveles de motivación, quedando garantizado así un aprendizaje profundo y significativo. Se hará a su vez un recorrido por la motivación y sus fases, las nuevas tecnologías y posibles aplicaciones, además de aspectos tales como la alfabetización científica, tan necesaria para la libertad del ciudadano.

2. Justificación y planteamiento del problema

2.1. Justificación del trabajo

La Ciencia requiere de mentes curiosas, dinámicas, creativas, que estén dispuestas a superarse y a resolver problemas, dado que, en última instancia, la Ciencia surge para esto, resolver problemas. Es por tanto que los jóvenes son un público excelente para el estudio y aprendizaje de las ciencias, dada la conducta inquieta implícita a dicha etapa de la vida. De manera que si dicha implicación es adecuadamente aprovechada puede suponer un aliciente de motivación (Rojas-Betancur y Méndez-Villamizar, 2013).

En paralelo al espíritu investigador que presentan los adolescentes, existe la realidad de que al alumnado no le motiva los contenidos relacionados con la Ciencia, a esto además hay que sumarle el analfabetismo científico existente en la sociedad adulta. Según Cabral (2001), el alfabetismo científico hace referencia a la posesión de conocimientos más allá de lo común que permitan la respuesta a preguntas sencillas que surgen en cualquier momento de nuestras vidas. Además, el alfabetismo científico permite que los alfabetos sean capaces de leer una determinada información científica y juzgar de manera justa y exacta su verosimilitud y sus posibles repercusiones en la sociedad.

No sólo a nivel educativo, la Ciencia es un eje vertebrador para el próspero desarrollo de cualquier cultura. Como reza la célebre cita del físico teórico Edward Teller: *“La Ciencia de hoy es la Tecnología de mañana”*; es fundamental disponer del suficiente desarrollo científico para asegurar un correcto progreso en todos los niveles. La Ciencia, según establece Rull (2014), busca satisfacer las necesidades de los seres humanos y mejorar su calidad de vida. Además de lo anterior, la Ciencia persigue crecimiento económico, así como el desarrollo de mecanismos que garanticen un uso continuo y sostenible de los recursos naturales. Como último colofón, además de todo lo anterior, el autor subraya la siguiente idea: *“It is time to seriously consider how science and research can contribute to education at all levels of society”*; *“Es tiempo de considerar seriamente como la ciencia y la investigación pueden contribuir a la educación en todos los niveles de la sociedad”*, en dicha frase se destaca la importancia que tiene la Ciencia en la Educación y se vaticina que dicha importancia va a ser cada vez mayor.

Una vez desarrollada la insondable importancia de la Ciencia en la sociedad, es primordial destacar que son los educadores quienes han de promover e iniciar el cambio necesario en la sociedad actual que conlleve mejoras en la alfabetización científica, permitiendo progresos en el bienestar social.

Es más que evidente que el sistema educativo actual está obsoleto. La enseñanza que se ha venido impartiendo, completamente expositiva, no cubre las demandas de la sociedad actual, es necesario, como bien se está empezando a gestar, un cambio. Un cambio en la forma de enseñanza que ha de nacer del propio cambio del docente. Los alumnos conciben el colegio en sentido amplio como algo que les aburre, como una pérdida de tiempo, necesaria, pero en definitiva pérdida de tiempo. En lugar de afrontar el día con la premisa “A ver qué aprendo hoy, qué ganas de conocer, de investigar, de relacionarme, de mejorar como persona, etc.”, van con la premisa “a ver cuándo se acaba esta hora, qué peñazo de asignatura, esto para qué me sirve, etc.”. Conseguir un cambio en la mentalidad de los alumnos, para que asistan al aula motivados es posible, aunque también difícil.

Se consideran dos graves problemas que han de ser subsanados a través de propuestas de intervención como la aquí presente. En primer lugar, la falta de motivación del alumnado, como se ha comentado previamente, en concreto en las clases de Biología. Aspectos tan importantes, interesantes, útiles y curiosos que deberían fomentar todo lo contrario en el alumnado, no lo hacen debido a la manera en la que se imparten. Por otro lado, como se ha venido comentando, otro grave problema es la alfabetización científica tan baja que existe a día de hoy. Este es un problema de gran envergadura, dado que concurren grandes vacíos de conocimiento de ciencias que conllevan a que la ciudadanía tome decisiones no acordes a lo esperado y por ende poco beneficiosas para ella.

¿Es normal que, según una encuesta publicada por El País en 2003, 8 de cada 10 españoles piensen que únicamente los tomates modificados genéticamente tienen genes, mientras que los tomates “ordinarios” no los tienen? Se considera que este error garrafal es inaceptable, dado que muestra la incompetencia científica presente en la sociedad actual (De Benito, 2003). Si bien es cierto que encuestas posteriores muestran resultados más prometedores, eso sí, en la población joven, los docentes no deben relajarse, y deben subsanar esa brecha de conocimiento que existe en la sociedad actual. Yendo más allá, partiendo del dato mostrado previamente, ¿cómo se puede pretender que los ciudadanos españoles decidan sobre aspectos como la

comercialización de organismos transgénicos si ni siquiera saben si las verduras tienen genes?, ¿cómo se puede tratar de que decidan sobre el uso de células madre, los tejidos *in vitro*, la modificación genética, la medicina personalizada? Aspectos que hace unas décadas podían sonar a ciencia ficción pero que forman parte de la vanguardia del panorama de la ciencia actual, son la punta de la lanza hacia un futuro más próspero y sostenible. Por consiguiente, alfabetizar a los futuros ciudadanos, es decir, a los alumnos, supone todo un reto que como docentes debemos asumir y superar.

Es por tanto que el cambio en la forma de impartir las clases va enfocado hacia metodologías denominadas activas. Éstas ponen el foco de atención en el estudiante, siendo éste el protagonista de su propio aprendizaje. Según establecen Palazón-Pérez, Gómez-Gallego, Gómez-Gallego y Pérez-Cárceles (2011) el cambio en la educación actual radica en la implantación de metodologías docentes tales como el autoaprendizaje, el trabajo colaborativo, etc. El presente estudio demuestra que los estudiantes valoran positivamente este tipo de metodologías, quedando satisfechos con las nuevas formas de enseñanza. Según recogen los autores la aplicación de metodologías activas implica mejoras significativas en la calidad del aprendizaje de los alumnos y en los resultados académicos que se obtienen de esto. Además de todo lo anterior, un aspecto fundamental en la enseñanza de las ciencias en la actualidad, como se comentó previamente, es la desgana y desidia de los estudiantes por el aprendizaje de las mismas, proponer a los jóvenes, curiosos y activos por naturaleza, estas nuevas metodologías pueden suponer el culmen de un magnífico aprendizaje.

El autor del presente trabajo ha realizado diversos cursos de innovación docente, educación por competencias, inteligencias múltiples y metodologías activas, tales como Aprendizaje Basado en Proyectos. Ha realizado dos estancias en el extranjero, una de ellas en Estados Unidos donde ha podido vivir en primera persona cómo es el sistema educativo norteamericano. Adicionalmente, ha participado en proyectos tales como “Biotechnofarm” organizado por la Federación Española de Biotecnólogos, que buscaba “sembrar los biotecnólogos del futuro”, explicando en aulas alrededor de todo el país en qué consiste la Biotecnología. Está muy interesado por el tema de las nuevas formas de enseñanza acordes a las demandas actuales, considera que el hecho de que los docentes compartan de forma desinteresada sus recursos, ideas y métodos produce una sinergia académica en la que no sólo los alumnos y profesores se ven beneficiados, sino toda la sociedad.

Adicionalmente, ha leído acerca de las nuevas teorías relacionadas con la psicología del ser humano, su inteligencia, sus capacidades y potencialidades. Actualmente la acepción más aceptada de inteligencia la define como “Facultad Adaptativa”, se acabó por tanto el clásico y simplista “este niño es tonto o este niño es listo”, se ha comprobado que existen multitud de aptitudes que un ser humano puede poseer, influidas tanto por su dotación genética como por el ambiente que le rodea. Como docentes podemos pulir al máximo los talentos de los alumnos y trabajar arduamente aquellos aspectos en los que no son tan talentosos. De tal forma que, un diagnóstico temprano de tanto las aptitudes sobresalientes de los alumnos, como de aquellas de las que carece o que presenta en menor medida, va a permitir llevar a cabo una educación adaptada, personalizada y completa. Es en esta dirección hacia donde van las nuevas metodologías tales como el ABP, dado que permite, entre otras ventajas como se comentará posteriormente, dedicar el tiempo que cada alumno requiere y contribuir así a que los jóvenes se desarrollen plenamente y den lo mejor de sí.

2.2. Planteamiento del problema

Tras justificar la necesidad de incorporar propuestas de intervención como la que aquí se recoge, se procede a desarrollar el problema en sí que se pretende resolver.

Es inminente la existente falta de motivación de los estudiantes por cualquier materia científica. Según establece Furió (2006), esto constituye una seria preocupación para el profesorado. No sólo es una apreciación de los docentes, sino que ha sido constatado en diversos trabajos de investigación educativa. Los estudiantes ven la Ciencia como algo descontextualizado y poco útil, no cercana a la realidad y además impartida utilizando métodos aburridos y poco participativos que para más inri basan su evaluación en un examen teórico final. La suma de todo esto conlleva necesariamente a la situación que se ha estado viviendo en las últimas décadas. Según afirma el autor en su estudio, una encuesta realizada por el Ministerio de Educación y Cultura recoge que del 25% de estudiantes que abandonan el sistema escolar, un 75% no estaba interesado en estudios científicos y un 68% de los mismos aseguraba experimentar aburrimiento y falta de motivación en clase. Existe por tanto una situación de retroalimentación en la que los estudiantes comienzan la clase desmotivados, por lo tanto, no entienden que se está explicando, no aprenden y como no aprenden se aburren y ese aburrimiento los lleva a estar cada vez más desmotivados; no entienden, no aprenden y como no aprenden posteriormente se aburren y se desmotivan más y más, resulta por ende fundamental romper con esta espiral de desidia y tedio de los estudiantes.

La motivación en el aula no ha de considerarse como un elemento yuxtapuesto, que se puede adherir al proceso, sino como eje vertebrador que ha de estar presente en todo momento. Resulta fundamental destacar que la imagen pública que se tenga por la determinada materia va a influir en la predisposición del alumno hacia el aprendizaje de ésta. Generalmente la sociedad otorga una imagen negativa a materias tales como la Física, la Química o la Biotecnología, dado que son difíciles o incluso “peligrosas” para la población. Por tanto, resulta de interés vencer estos preconceptos erróneos que se asientan en la población, y demostrar al alumnado que estas materias, aunque sí puedan ser difíciles, son fundamentales dado que buscan soluciones para cubrir nuestras necesidades. Hemos de conseguir ciudadanos bien formados para que, como se ha comentado previamente, puedan decidir democráticamente y de manera fundamentada cual es el futuro que quieren vivir.

El hecho de presentar información arbitraria sin ningún tipo de contexto ni propósito a lo largo de las clases de ciencias, como puede ser la siguiente oración “*La célula es la unidad anatómica y fisiológica más pequeño dotada de vida*”, implica que no existe una evolución del concepto ni un contexto histórico, lo cual conlleva a que los alumnos no conozcan las dificultades que hubo que vencer para llegar a dicha afirmación. Es curioso como muchas de estas dificultades históricas que tuvieron que afrontar los científicos son paralelas a las que el estudiante se va a encontrar al tratar de entender esos mismos conceptos o ideas. Además, el presentar conocimientos de manera dogmática bloquea la implicación emocional e intelectual del educando de tal manera que se destruye la motivación de raíz. El profesor ha de buscar la autorregulación del estudiante, ha de conseguir que éste se enfrente a problemas reales y lo capacite con estrategias que le permitan resolverlo. El profesor ha de actuar como guía, tratando de conseguir niveles motivacionales altos a lo largo del proceso de enseñanza aprendizaje.

Si bien es cierto todo lo anterior, según establece Mellado (2001) existen otros aspectos que obstaculizan la labor docente y que van a repercutir en la desmotivación existente en el alumnado por el aprendizaje de las ciencias como pueden ser el propio marco normativo que restringe y limita la labor docente, así como la estructura organizativa del centro, que puede ser un factor limitante para el docente creativo e innovador. La burocratización, la escasa consideración social, la presión de familiares y otros docentes, los antecedentes formativos del profesorado, que pueden implicar bajos conocimientos didácticos o científicos, o la escasez de materiales curriculares que permitan desarrollar nuevas estrategias son algunas de las causas que enlentecen la incorporación de metodologías más innovadoras y más eficaces en las aulas.

Considerando todo lo comentado con anterioridad, una implicación y renovación de los métodos de enseñanza, que se adapten a las necesidades del siglo XXI es esencial. Esto conllevará un incremento de la motivación del alumnado, que le hará volcarse para con lo que hace, fomentándose así, además de la adquisición de otras competencias, su conocimiento científico, permitiéndole en última instancia tomar decisiones con criterio.

2.3. Objetivos generales

El principal objetivo del presente trabajo de investigación es el siguiente:

- ✓ Diseñar un conjunto de materiales didácticos basados en la metodología activa conocida como Aprendizaje Basado en Proyectos que permitan aumentar la motivación y el desempeño de los alumnos de segundo de Bachillerato en la asignatura de Biología.

2.3.1. Objetivos específicos

A raíz del objetivo general establecido previamente surgen una serie de objetivos específicos que garantizan la correcta consecución de este primero:

- ✓ Aumentar el conocimiento del alumnado en Ciencias, en concreto en aspectos tales como la Biotecnología y la Genética.
- ✓ Fomentar un adecuado uso de las Tecnologías de la Innovación y la Comunicación (TIC) mediante el ABP por parte del alumnado.
- ✓ Aumentar los niveles de motivación del alumnado mediante el empleo del ABP desarrollando competencias científicas en sus diferentes dimensiones, saber, saber hacer y saber ser.
- ✓ Fomentar el estudio de temas actuales y relevantes para el alumnado que faciliten la participación de éste, la búsqueda de información y mejora del vocabulario científico, todo ello mediante el uso del ABP.

3. Marco Teórico

A lo largo del marco teórico se hará un recorrido sobre aspectos tales como las metodologías activas, la educación en la sociedad actual, la motivación y su relación con la educación, las tecnologías de la información y la comunicación y el analfabetismo científico. La selección de fuentes bibliográficas se ajusta a las expectativas depositadas en el presente trabajo.

3.1. ¿Qué es la motivación y cómo usarla en nuestro beneficio?

Grandes autores como el pedagogo Sir Ken Robinson (2009) hacen hincapié en el cambio que necesitan las escuelas en el siglo XXI, en una sociedad tan sumamente dinámica como la actual, tener a un joven en plena adolescencia sentado durante horas sin poder interactuar, descubrir, compartir; únicamente atendiendo a una lección magistral es absolutamente antinatural. Esta situación fomenta que los alumnos no presenten la motivación y predisposición para aprender, potenciándose así el aburrimiento y bloqueándose la posible floración de los talentos de éstos. La educación se ha venido centrando en lo teórico, en el “saber”, los alumnos debían aprender un cierto contenido y luego demostrar que lo sabían a través de los temidos y conocidos exámenes, dejándose de lado aspectos tales como la educación emocional, o como bien dice el autor del libro “El Elemento”, la propia pasión del estudiante por aprender.

El término inteligencia emocional surge en 1990 acuñado por los psicólogos Salovey y Mayer, aunque fue popularizado por Daniel Goleman en 1996. En su libro homónimo define la inteligencia emocional como: *“Understanding one’s own feelings, empathy for the feelings of others and the regulation of emotion in a way that enhances living”*; *“Comprender los propios sentimientos, la empatía por los sentimientos de los demás y la regulación de la emoción de manera que se mejore la vida”*. El amplio e importante espectro que abarca dicho concepto hace pensar a diversos autores que, si la educación se enfocara en este sentido, problemas tales como la depresión, falta de disciplina, violencia, abuso de drogas, trastornos alimentarios tan, por desgracia, comunes en la actualidad, podrían verse altamente disminuidos (Castillo, Almagro, Conde, Sáenz-López, 2015).

La aparición de la inteligencia emocional supone un cambio de paradigma en relación al complejo concepto de inteligencia. Se ha venido pensando que el coeficiente intelectual era el aspecto más importante, que determinaba cuánto de

inteligente era una persona, englobándose en este concepto las competencias racionales y dotándolas de mayor importancia frente a otras capacidades (Goleman, 1996). Pero, según establece la Teoría de las Inteligencias Múltiples de Gardner y Hatch (1989), existen diferentes inteligencias que cada alumno presenta de forma “bruta” al nacer, pero que van a ir desarrollándose. La educación se ha centrado siempre en lo que el autor y su equipo denominaron inteligencias lógico-matemática y lingüística, que son de hecho las inteligencias en la que se centran los test de coeficiente intelectual (CI) desarrollados allá por el siglo pasado por autores tales como Binet. Pero, según establece Gardner, estas dos inteligencias no son ni las únicas ni las más importantes. En su obra, el autor habla de 7 inteligencias: lógico-matemática, lingüística, kinestésica, musical, intrapersonal, interpersonal y espacial. Defiende que la escuela ha de tratar de identificar qué talentos presentan los alumnos para conseguir que los desarrollen al máximo, permitiendo así una coherencia entre sus aptitudes, intereses y potenciales salidas profesionales. Paralelamente la identificación temprana de en qué ramas de la cognición no es tan destacado el alumno, permitiría diseñar planes de acción para suplir dichos problemas y que el alumno goce de un desarrollo pleno (Gardner, 1989). Es por tanto que el trabajar identificando las potencialidades de los alumnos, sus talentos, conociendo en qué destacan, personalizando la educación a las necesidades de cada uno de ellos, permitiría en gran medida conseguir que éstos se implicaran más por aprender.

La motivación es un constructo que aún a día de hoy no tiene una definición absolutamente consensuada por los expertos, lo que si es cierto es que siempre se ha tendido a realizar una separación entre lo cognitivo y lo afectivo-motivacional en relación al aprendizaje, de manera que los expertos realizaban una dicotomía de ambos aspectos, dado que mientras estudiaban los procesos cognitivos no tenían en cuenta los procesos afectivos. Pero nada más lejos de la realidad, queda demostrado que el aprendizaje es un proceso en el que lo cognitivo y lo motivacional van de la mano (García y Doménech, 2002). Según establecen Núñez y González-Pumariega (1996), para que el alumnado aprenda un cierto conocimiento es necesario tanto que *pueda* hacerlo, esto hace referencia en cierto modo a que tenga la capacidad de adquirir dicho conocimiento, a que el docente lo esté explicando de manera adecuada; y que *quiera* hacerlo, para ello ha de tener altos niveles de motivación y predisposición al aprendizaje.

La motivación es, por tanto, requisito indispensable para el éxito académico, pero, ¿qué teorías nos hablan actualmente sobre qué es la motivación?, ¿cómo potenciarla?, ¿qué fases presenta? Entre las teorías más conocidas sobre la motivación destaca la célebre teoría de la jerarquía de necesidades de Maslow (1954), en dicha teoría se identifican 5 niveles diferentes de necesidades, de abajo hacia arriba serían: fisiológicas, seguridad, sociales, estima y autorrealización (Figura 1). De manera que las necesidades situadas más hacia la cúspide hacen referencia al crecimiento individual de la persona, mientras que cuanto más hacia la base se encuentren hacen referencia a las necesidades fisiológicas. El autor establece que es requisito indispensable completar cada escalón antes de ser capaz de ascender al siguiente.

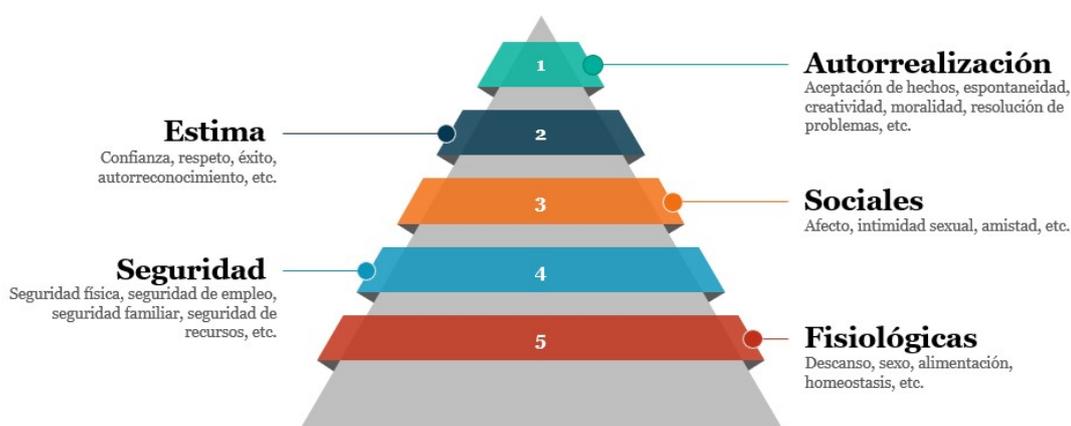


Figura 1. Pirámide de las necesidades de Maslow.

Fuente: Adaptado de Maslow (1954).

Otra teoría de gran importancia en el campo de la motivación es la teoría de McClelland (1989), dicha teoría enfoca su atención en tres subtipos de motivación, logro, poder y afiliación. De tal forma que el poder hace referencia a la capacidad de influir en los demás sin que los demás influyan en ti, buscar que sean los pensamientos e ideas propias los que predominen. Por otro lado, la afiliación, esto es el deseo de formar vínculos afectivos entre personas, el sentimiento de pertenecer a un grupo; y por último el logro, es decir la motivación hacia el éxito, hacia sobresalir. Según el autor estos son los tres pilares de la motivación.

Además de lo propuesto anteriormente en educación existe una teoría de gran relevancia, y es la teoría de G. Canabach (García y Doménech, 2002), que afirma que existen dos polos de motivación: extrínseca e intrínseca, siendo la motivación

extrínseca la que se debe a agentes externos, como la recompensa, la obtención de notas, la aprobación por parte de profesores y padres; o en el otro extremo la motivación intrínseca, que es la que mueve al alumnado desde su propio interior, la curiosidad, el interés por los retos, por aprender, las ganas de conocer y saber, etc. De tal forma que el docente ha de buscar siempre potenciar la motivación intrínseca dado que es la más trascendental, mientras que la extrínseca tiene cierto interés en determinados contextos.

Es aquí donde convergen la teoría de Goleman (1996) sobre la inteligencia emocional y las de los diversos autores que se han mencionado anteriormente sobre motivación, dado que el grado de inteligencia emocional que tiene una persona viene dado entre otras cosas, por la capacidad que tenga de mejorar su propia motivación.

Es fundamental conseguir, por tanto, que el alumno esté motivado y en gran parte, esto puede conseguirse gracias a las metodologías activas que se están implantando con gran acogida en las aulas. Como se ha comentado previamente, la carencia de motivación puede conllevar consecuencias desastrosas en el aprendizaje de los alumnos, entre otros aspectos, según afirma Pekrum (García y Doménech, 2002), que estudió el efecto de las emociones en el aprendizaje y el rendimiento. El aburrimiento tiene la función primordial de llevar al alumno a realizar otras tareas más estimulantes, de manera que, si el alumno experimenta aburrimiento durante las horas de clase, esto va a implicar que desconecte y no muestre interés, impidiéndose así que cumpla con los requisitos demandados por el profesor. Adicionalmente, al aburrirse el alumno, es probable que trate de molestar a sus compañeros a modo de entretenimiento, perjudicándose así el aprendizaje del aula en su totalidad.

3.2. Aprendizaje Basado en Proyectos, ¿por qué puede ser útil?

La enseñanza siempre ha puesto el foco de atención en el docente como el protagonista del proceso de enseñanza y aprendizaje, estando éste por encima del alumno y siendo el principal responsable. Quedando así los discentes en un segundo plano como meros receptores de información. Con este modelo que se ha venido usando desde antaño, puede que sí se cumpliera con las expectativas académicas que se tenían antiguamente, la mera transmisión de conocimientos podría ser suficiente para que el alumno se pudiera desenvolver en la realidad que le tocó vivir, pero dicho modelo ha entrado en crisis, nos encontramos en una sociedad que no busca que el alumno únicamente conozca un determinado contenido, sino que se busca que sea competente en dicho contenido, yendo más allá del mero conocimiento. Se está buscando un alumnado que sea inteligente en los diferentes aspectos que la palabra abarca en la actualidad, en definitiva, que se sepa adaptar y desenvolver en su realidad. Según el autor Zygmunt Bauman (2000) nos encontramos en una sociedad líquida, destacándose en ella una serie de permutas tales como las nuevas formas de convivencia o los ciclos de reproducción, la reconversión ocupacional o la precariedad en el trabajo; de manera que se requieren nuevos modelos educativos que permitan las reformas educativas pertinentes, que se ajusten a los estilos de aprendizaje de los alumnos, a sus gustos y preferencias, permitiendo una educación que consiga individuos plenamente desarrollados y adaptados.

A raíz del modelo basado en competencias, según se estableció por primera vez en La Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, el profesorado se está percatando de que es necesario un cambio en las metodologías que garanticen un correcto desarrollo competencial del alumnado. Surgen así las denominadas metodologías activas, tales como la gamificación, la clase invertida, el aprendizaje por problemas o el que nos concierne, Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).

El ABP se basa en presentar una problemática real a un determinado grupo de alumnos quienes han de trabajar de manera conjunta para la consecución de los resultados. A lo largo del proceso cada alumno tiene un determinado rol que ha de cumplir, es fundamental el cumplimiento de dicho rol, dado que, para lograr el resultado final, primero es esencial lograr los resultados individuales. De esta forma el profesor pasa a un segundo plano, donde queda como guía del proceso, dejando autonomía a los alumnos. El hecho de trabajar de manera conjunta fomenta no sólo el aprendizaje del contenido en cuestión sino también otras dimensiones

personológicas que son de gran importancia como las habilidades sociales del alumnado o la inteligencia emocional. Los implicados han de ser capaces de coordinarse como un equipo, de gestionar y solucionar todos los problemas, identificando y exprimiendo al máximo las potencialidades de cada uno de los miembros (Rebollo, 2010).

El Aprendizaje Basado en Proyectos, ha de realizarse acerca de problemas que tengan aplicación en el mundo real, más allá de las aulas, de manera que dichas experiencias auténticas van a presentar una serie de ventajas tanto para el docente como para los alumnos (Martí, Heydrich, Rojas, y Hernández, 2010). Este tipo de aprendizaje garantiza que ambos, tanto alumno como profesor van a aprender, afianzando las raíces en el constructivismo. Además, se produce un aumento de la motivación intrínseca y la autoestima dado que los alumnos se dan cuenta de lo que pueden llegar a ser; así como se incrementa el compromiso con la tarea y la capacidad social de los alumnos, dado que se trabaja generalmente de manera cooperativa. Paralelamente a todo lo anterior el ABP permite trabajar de forma conjunta diferentes áreas, con lo cual se supera el enfoque estanco que se da a las asignaturas a día de hoy que no se asemeja a lo que la realidad es. También se incrementa la responsabilidad de los jóvenes y su capacidad crítica, así como la gran olvidada en educación y de vital importancia en la sociedad actual: la creatividad. En definitiva, el hecho de trabajar mediante ABP capacita en mayor medida al alumnado para afrontar los puestos de trabajo que tendrán que desempeñar en el futuro (Martí et al, 2010; Rebollo, 2010)

En relación a las fases de las que se sirve el ABP autores como Miao, Holst, Haake y Steinmetz (2000) asumen que existen seis fases desde que comienza a aplicarse la metodología hasta que se finaliza su aplicación (Figura 2).

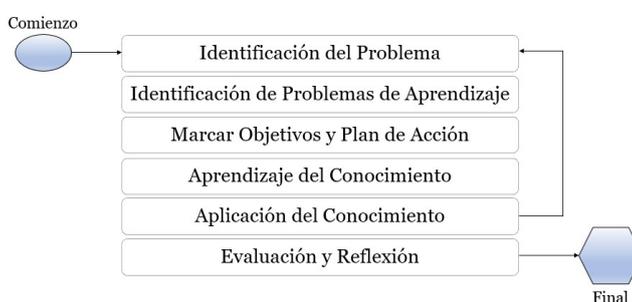


Figura 2. Etapas del Aprendizaje Basado en Proyectos I.

Fuente: Adaptado de Miao et al. (2000).

Dichas fases quedan recogidas de forma más sintética según los autores Maldonado (2008), Carsales (2017) y Trujillo (2015), dado que establecen tres fases principalmente en las que se divide el ABP (Fig.3).

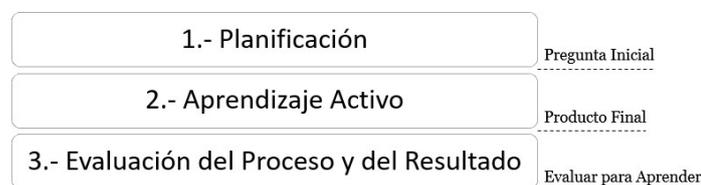


Figura 3. Etapas del Aprendizaje Basado en Proyectos II.

Fuente: Adaptado de Maldonado (2008), Carsales (2017) y Trujillo (2015).

A lo largo de la primera fase se realiza la preparación de todo el proceso, objetivos a tratar, contenidos y competencias que se adquirirán. Se plantea una primera pregunta inicial, dicha pregunta busca la motivación y dedicación del alumnado, por ello, como se ha comentado con anterioridad ha de ser cercana a la realidad de éste, que le haga implicarse y aumentar su afán por conocer más acerca de la misma. Tras esta primera etapa se produce el desarrollo del trabajo, dicha elaboración se realiza de manera cooperativa, tras el reparto de papeles que se atribuyen a los diferentes alumnos para la generación del producto final. A lo largo de esta etapa se ha de recopilar y analizar toda la información pertinente para la obtención del producto último. Finalmente se procede a la evaluación del producto, valorándose tanto la trayectoria como el producto obtenido finalmente en sí, y para concluir se hace una reflexión grupal con carácter de mejora prospectiva.

Como se ha comentado previamente el ABP busca el desarrollo de actitudes, habilidades y valores de manera holística, a través de la resolución de problemas de aplicación real. Los estudiantes investigan, discuten, opinan y valoran, es decir aplican en cierto modo el método científico. Además de lo anterior el ABP lleva implícito la formación de equipos homogéneos entre sí y heterogéneos en cuanto a su disposición, de manera que se deben agrupar alumnos con perfiles diferentes, diversas aptitudes, culturas, etc. (Maldonado, 2008).

Es fundamental destacar que de aplicarse el ABP, ha de hacerse de forma íntegra, no se trata de una forma complementaria de tratar la materia, sino el profesor debe comprometerse profundamente con la metodología. Este tipo de forma de

enseñanza permite personalizar en gran medida la educación, consiguiendo que afloren las capacidades y se descubran los talentos de los alumnos, logrando la mejor versión de ellos mismos. Los ritmos y las formas de enseñanza se pueden ajustar en mayor medida en este tipo de metodologías a las necesidades del grupo-clase, al contrario que ocurre con metodologías más expositivas donde se asume una capacidad similar para todos los alumnos (Rebollo, 2010)

3.3. Aprendizaje Basado en Proyectos y Constructivismo

El hecho de mezclar alumnos de tan diversa variedad garantiza en palabras de Vygotsky un mayor aprendizaje social (Carrera, Mazzarella, 2001). Las zonas de desarrollo próximo (ZDP) de los alumnos se verán amplificadas dado que cada alumno puede aprender y enseñar al mismo tiempo a sus compañeros, de manera que se produce un efecto educativo sinérgico, donde todos aprenden más y mejor. Este autor, junto a otros como Jean Piaget y Jerome Bruner fueron clave en el desarrollo de la aproximación constructivista. Dicho enfoque sirve de sustento de las legislaciones más recientes, y es de vital importancia en el ABP (Barba, Cuenca y Rosa, 2007). A groso modo esta corriente reza que el aprendizaje se produce de manera que se “construye” el conocimiento, asentándose el nuevo conocimiento en los cimientos que generó el conocimiento previo, de tal forma que se produce el anclaje de éstos, construyéndose, metafóricamente, todo el acervo de conocimiento del individuo.

En relación al constructivismo, el psicólogo alemán David Ausubel bautizó un nuevo concepto denominado aprendizaje significativo. Dicho aprendizaje es el que ocurre cuando los alumnos anexionan los conocimientos previos con los conocimientos nuevos, este aprendizaje es más duradero que el aprendizaje memorístico y es aplicable a otros contextos, los alumnos son capaces de extrapolar la información a otras realidades. Para que se produzca un aprendizaje significativo de manera satisfactoria son necesarios una serie de requisitos, según establecen Palacios, Coll y Marchesi (2014). Ha de existir una significación lógica, es decir que el material nuevo ha de presentar una estructura y organización que lo haga potencialmente significativo para ser aprendido por el alumno. Ha de existir en segundo lugar una significación psicológica, esto es que los conocimientos que se van adquiriendo han de poder ser relacionados con los conocimientos ya adquiridos por el alumno y en último lugar ha de existir una alta motivación, el alumno debe tener predisposición al aprendizaje. Dichos requisitos son condiciones esenciales para que tenga lugar el aprendizaje significativo.

3.4. Aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la enseñanza de Ciencias

Como establecen Grande, Cañón y Cantón (2015) el hecho de ser seres humanos, hace que la tecnología sea algo inherente a nosotros. El uso de las nuevas tecnologías conlleva modificaciones vertiginosas en el ambiente y en nosotros mismos. Existen diversas formas de denominar al conjunto de TIC, nuevas tecnologías, tecnologías de la comunicación y el aprendizaje, tecnologías de la información y la comunicación, etc. A lo largo del presente trabajo se hará referencia a ellas mediante el nombre de Tecnologías de la Información y la Comunicación o de manera resumida TIC.

Algunas de las definiciones que se han dado de dichas tecnologías pueden ser la de la UNESCO (Grande, Cañón y Cantón, p. 5) “ Conjunto de disciplinas científicas, de ingeniería y de técnicas de gestión utilizadas en el manejo y procesamiento de la información: sus aplicaciones; las computadores y su interacción con hombres y maquinas; y los contenidos asociados de carácter social, económico y cultural”; o la de la OCDE (Grande, Cañón y Cantón, p. 5) “Dispositivos que capturan, transmiten y despliegan datos e información electrónica y que apoyan el crecimiento y desarrollo económico de la industria manufacturera y de servicios”. En cualquier caso, es apreciable que las definiciones reflejan diferentes enfoques en relación a las TIC. Las características que definen a las TIC según establece Cabero (1996;2007) son: la inmaterialidad, que subraya que la materia es la propia información y cómo se gestiona ésta. La interactividad, que puede entenderse en ciertos contextos como ilimitada. La instantaneidad de la información, que permite que se salten barreras temporales y espaciales, la innovación, la digitalización, y la interconexión, entre otras. Para los autores Grande, Cañón y Cantón las más importantes son la inmaterialidad y la digitalización, dado que son requisitos indispensables para todas la demás.

Nuestra manera de entender las TIC ha ido variando a lo largo del tiempo, destacándose principalmente su amplificación de uso, cada vez se sitúan de manera más ubicua en cualquier contexto. Un gran interrogante que cabe plantearse queda recogido en el trabajo de Tondeur, van Braak y Valcke (2007), y es con qué profundidad y coherencia los docentes integran las TIC en sus metodologías, en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (Ley orgánica 8/2013, 2013), establece el siguiente requisito en relación a las TIC: “La incorporación generalizada al sistema educativo

de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)”, sin embargo, esto puede quedar lejos de la realidad. Es fundamental que los docentes sean competentes digitalmente, ya no sólo para cumplir con lo establecido en legislación y conseguir una correcta adquisición de la competencia digital en el alumno, sino porque también las TIC suponen una fuente casi inagotable de recursos (en la mayoría de los casos de bajo coste), como simuladores, que permiten brindar al alumno nuevas experiencias de enseñanza más acordes a la actualidad, más auténticas y más prácticas, de manera que van a permitir que el alumno se vuelque más y consiga un aprendizaje profundo y significativo. Los autores recogen cuán difícil es para los profesores integrar y aprender las TIC y en qué medida pueden ayudar éstas a mejorar la labor docente. Es por tanto que tratar de facilitar e identificar cuáles son los principales problemas a los que se enfrentan los docentes a la hora de aprender y gestionar las nuevas tecnologías, y cómo otros factores influyen en la integración de las TIC en el aula, puede permitir buscar soluciones loables para conseguir una adecuada implantación de éstas, mejorando la experiencia tanto para el docente como para el discente (Tondeur, van Braak y Valcke, 2007).

En relación a la relación que se establece entre las TIC y la Ciencia, el autor Lemke (2006) destaca que las TIC suponen una fuente de recursos y medios que permiten que los estudiantes aprendan de mejor manera, a través de plataformas que permitan experiencias interactivas e inmersivas tales como simuladores o micro mundos tridimensionales, permitiendo por tanto ofrecer al alumno experiencias mucho más auténticas y didácticas que van a despertar su curiosidad e interés. Paralelamente a todo lo anterior, el hecho de trabajar con dichas tecnologías permite que los alumnos aprendan a manejarse en la Era de la Información. Existen numerosos recursos y comunidades en línea que pueden permitir que el alumno se sumerja en entornos virtuales que potencien sus intereses y que acentúen tanto su aprendizaje en ciencias como su alfabetización mediática. El aprendizaje de los alumnos no sólo queda extendido a aulas, laboratorios y entornos naturales, los entornos virtuales suponen una fuente cada vez más extensa y con gran número de recursos potencialmente empleables en el aula. Además, en una dimensión más psicológica, las TIC permiten combatir el pensamiento concreto común de los alumnos. Éstos a medida que pasan por la adolescencia van desarrollando un aprendizaje cada vez más abstracto, pero en edades tempranas el pensamiento no es tan complejo y por tanto tienen dificultades para comprender conceptos

relacionados con biología molecular, bioquímica o biología celular entre otros. Por tanto, utilizar simulaciones, videos, películas, animaciones tridimensionales, permite vencer dicha falta de abstracción adolescente y ayudarlos a avanzar hacia el pensamiento formal (Álvarez, 2010).

Por todo lo anterior la escuela ha de incluir las TIC para una adecuada formación y preparación de los alumnos. De manera que cuando llegue el momento, y los discentes tengan que enfrentarse a la sociedad y convertirse en miembros activos de ésta, sean suficientemente capaces, tanto para incorporarse como para modificarla de manera crítica y constructiva.

Como se ha comentado previamente, nos encontramos en una sociedad de modernidad líquida (Bauman, 2000), de manera que es necesario que los alumnos conozcan qué cambios se están produciendo en la sociedad, y se adapten a éstos de la forma más celera posible. Por ende, si el centro educativo se configura como una institución abierta y flexible que dé respuesta a dichas necesidades, se va a permitir que los alumnos se introduzcan y adapten a la sociedad y se garantiza así que tengan mayor posibilidad de éxito en sus vidas.

4. Propuesta de intervención

4.1. Contextualización de la propuesta didáctica

4.1.1. Título. Justificación. Contextualización.

Título

La genética de la herencia. ¿Clones?

Justificación

Como se ha indicado con anterioridad, a continuación, se establece una propuesta de intervención adaptada al ABP. La presente propuesta de intervención se dimensionará en relación al curso y materia en la que va a ser impartida.

La materia en la cual queda enmarcada es la Biología, correspondiente al segundo curso de Bachillerato. A lo largo de la presente propuesta de intervención se abarcan temas relacionados con la genética tales como la mitosis y la meiosis, la herencia de grupos sanguíneos, los cariotipos, los pedigríes, la herencia de caracteres sencillos y complejos, las aplicaciones de la Biotecnología, etc. A través del aprendizaje basado en proyectos se persigue que el alumnado se vuelque y realice una pequeña investigación orientada por el profesor hacia la búsqueda y obtención de un resultado final evaluable. Adicionalmente, la elaboración de dicho producto final permite que se produzca un aprendizaje y desarrollo a lo largo de todo el proceso, como queda recogido en el marco teórico. El hecho de promover la autonomía del alumnado, el trabajo en equipo y, sobre todo, la autenticidad del mismo, esto es su aproximación con la realidad cercana del alumno, demostrándose su aplicabilidad; permite que éste alcance altos niveles de motivación, que se interese por la materia, que desarrolle al máximo competencias personales y profesionales y que no ceje en su aprendizaje.

El presente trabajo podrá extrapolarse a otros cursos o contenidos, previa adaptación y modificación para ello. Además, posibles cambios del mismo pueden mejorarlo o también incluir otras dimensiones y aspectos tales como competencias transversales adicionales o inclusive añadir trabajo interdisciplinar, permitiendo que se abarquen contenidos de diversas asignaturas de manera conjunta, apartando así el enfoque estanco y poco realista que presentan las asignaturas en el sistema educativo. Esto podrá realizarse siempre que se respete y se esté en consonancia con

las directrices establecidas tales como el Proyecto Educativo de Centro o la legislación estatal y autonómica vigente.

Contextualización

En relación a la legislación, los contenidos y objetivos curriculares derivan del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato (Real Decreto 1105/2014, 2014), el cual tiene origen en la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa comúnmente conocida como LOMCE (Ley orgánica 8/2013, 2013), vigentes ambos en el sistema educativo español a día de hoy.

La propuesta de intervención se plantea para un instituto situado en una zona de un nivel socioeconómico elevado, que cuenta con profesores comprometidos y con ganas de innovar y de trabajar en equipo, volcados por la enseñanza de calidad y la continua renovación y mejora de sus métodos de enseñanza. Ha de contar adicionalmente con los recursos necesarios para la realización de las diferentes actividades que se formulan para la correcta consecución de la presente unidad didáctica, los cuales quedarán recogidos posteriormente en el apartado Recursos.

La presente propuesta está diseñada para llevarse a cabo en una clase formada por un teórico y máximo número de 20 alumnos, dado que un mayor número de éstos conllevaría la necesidad de incorporar otros docentes auxiliares, si no, no se podría contar con la atención individualizada necesaria para su correcto desarrollo. Contando con que algunos de los alumnos pueden tener procedencia extranjera pudiendo presentar ciertas dificultades de integración, comunicación y aprendizaje, dichos aspectos han de ser considerados a lo largo de la realización de las actividades. Paralelamente, la propuesta de intervención está diseñada para dar cobertura a alumnos con necesidades educativas especiales que requieran de una adaptación del currículo para que puedan progresar de manera acorde a sus capacidades. Según establecen Valencia y López (2018), los cuatro principales estilos de aprendizaje que presentan los alumnos en el aula pueden ser: a) activo: aquellos alumnos que presentan mente abierta, son creativos, emocionados, líderes, innovadores, entusiastas; b) reflexivo: aquellos alumnos prudentes, analíticos, investigadores, distantes, pacientes, observadores; c) teóricos: caracterizados por ser perfeccionistas, objetivos, metódicos, lógicos, analíticos, racionales y por último, d) pragmáticos: aquellos alumnos impacientes, prácticos, directos, eficaces y realistas. Es por tanto que tener una visión anticipadora y contar con que en el aula nos

podemos encontrar todo este tipo de alumnado resulta de gran relevancia para el desarrollo de la unidad didáctica. Debemos anticiparnos a la elevada casuística con la que habrá que trabajar para que la unidad didáctica se desarrolle de la mejor manera posible, cumpliéndose las expectativas tanto del docente como de los alumnos.

4.1.2. Objetivos didácticos

La presente propuesta de intervención, como se ha comentado previamente, queda relacionada con los bloques de contenidos establecidos en la legislación vigente, los cuales serían: Genética y Evolución, El mundo de los microorganismos y sus aplicaciones. Biotecnología. Los objetivos hacen referencia a los logros que el alumno debe alcanzar al dar por finalizado el proceso educativo. La consecución de los objetivos es el resultado de las experiencias de enseñanza-aprendizaje orientadas intencionalmente para tal fin.

Entre los objetivos didácticos que suponen la razón de ser de la propuesta de intervención y que indican hacia donde van dirigidos todos los esfuerzos, encontramos los siguientes:

- 1.- Conocer la composición y estructura del ADN, como molécula donde se conserva, almacena y transmite la información genética, esto es, conocer su rol biológico.
- 2.- Comprender el concepto de mutación, implicaciones y tipos, y su posible aplicabilidad en Biotecnología.
- 3.- Conocer y ser capaz de aplicar las leyes y mecanismos moleculares y celulares de la herencia, así como las posibles aplicaciones en Biotecnología e Ingeniería Genética., siendo consciente de sus implicaciones éticas y sociales.
- 4.- Conocer los descubrimientos más actuales sobre el genoma humano y posibles aplicaciones punteras que se están llevando a cabo.
- 5.- Trabajar de manera adecuada en el laboratorio, respetando las instrucciones del docente y los protocolos establecidos para tal fin, siendo para ello necesario aplicar las estrategias que caracterizan a la investigación científica (planteamiento de problemas, formulación y contraste de hipótesis, planificación de diseños experimentales, etc.) para realizar investigaciones a pequeña escala y explorar determinadas situaciones y fenómenos.
- 6.- Establecer relaciones entre los conceptos de mutación, recombinación, formación de gametos, aumento de la diversidad siendo capaz de relacionarlo todo con la reproducción entre gemelos idénticos
- 7.- Emplear información procedente de diversas fuentes, tales como las tecnologías de la información y la comunicación, de manera que se permita la creación de una opinión crítica sobre los problemas actuales de la sociedad relacionados con la

Biología, como son la salud, la Biotecnología o la Ingeniería Genética entre otros, mostrando una actitud abierta frente a posibles opiniones contrarias.

8.- Manejar con determinada autonomía habilidades de investigación, experimentales y documentales, que capaciten para desarrollar el pensamiento crítico y para valorar las aportaciones al desarrollo de la Biología reconociendo el carácter de la ciencia como proceso dinámico y cambiante.

4.1.3. Competencias clave

En relación a la adquisición de competencias clave la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa, establece que han de trabajarse 7 competencias clave que han de ser fundamentales para el desarrollo de la unidad didáctica. Dichas competencias hacen mención a capacidades para aplicar de manera integral los contenidos propios de cada asignatura, consiguiendo lograr la adecuada realización de actividades y la resolución de problemas complejos.

El discente ha de desarrollar competencias tanto de carácter común, como la maduración intelectual y social, como de carácter específico, que le permitan desarrollar satisfactoriamente estudios universitarios o programas de formación profesional. De entre todas las competencias, es la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT) la que mayor presencia va a tener en toda la totalidad de la asignatura de Biología. A través del desarrollo de dicha competencia, el alumno ha de ser capaz de demostrar su dominio de teorías, modelos, conceptos y leyes en este campo de conocimiento, así como la capacidad de aplicar el modelo científico. El correcto desarrollo de dicha competencia implica el desarrollo de juicios críticos, destrezas y acercamiento al mundo físico, así como el cuidado y mejora del medio ambiente y calidad de vida. En relación a esto, el alumno dispondrá de las herramientas necesarias para analizar e interpretar la realidad desde un punto de vista científico. El alumno ha de desarrollar la capacidad de emitir juicios de forma reflexiva y crítica, así como de asumir las opiniones ajenas expuestas argumentadamente, esto es, asumir la esencia de un pensamiento científico.

En relación a la competencia de comunicación lingüística (CCL), el alumno ha de ser capaz de promover un diálogo crítico y constructivo, expresándose de forma oral y escrita adecuadamente en los diversos contextos que se presentan, para ello, se llevarán a cabo debates y exposiciones, siempre utilizando un argot lo más científico que permita la ciencia escolar. Además, ciertos artículos e información a consultar están en inglés, de manera que también van a trabajar la expresión en dicha lengua extranjera.

En relación a la competencia digital (CD), el alumno ha de conseguir un uso seguro, crítico y creativo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, para ello la búsqueda, selección y análisis de la información es necesaria. El alumno ha de ser capaz de utilizar los recursos tecnológicos para una correcta comunicación y resolución de problemas que se plantean a lo largo de la unidad didáctica. Los

alumnos han de recopilar información fidedigna, analizarla, transformarla y exponerla. Han de comunicarse entre ellos y con el profesor y han de ser capaces de utilizar diferentes programas informáticos para la elaboración de gráficas, tablas, presentaciones, etc.

En relación a la competencia de sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (SIEE), el alumno ha de desarrollar capacidad creadora e innovadora, así como proactiva, situación propia del pensamiento científico. Al trabajar por proyectos el alumno es protagonista de su propio aprendizaje, ha de anteponerse a posibles problemas, organizarse y trabajar en equipo, tener una alta iniciativa y conseguir efectos sinérgicos para así lograr la consecución de los objetivos estipulados.

4.1.4. Contenidos

Los contenidos constituyen el conjunto de habilidades, conocimientos, destrezas y actitudes que contribuirán tanto al logro de los objetivos de las diferentes enseñanzas como a la adquisición de las competencias. En relación a los contenidos que se impartirán a lo largo de la propuesta de intervención:

- 1.- Genética molecular de la herencia. Identificación del ADN como molécula portadora de la información genética. Concepto de gen.
- 2.- Mutaciones, tipos e implicaciones. Agentes mutagénicos y posibles aplicaciones de las mutaciones en Biotecnología.
- 3.- Ingeniería Genética. Principales líneas de investigación en reproducción asistida. Organismos modificados genéticamente. Gemelos univitelinos y clones.
- 4.- Repercusiones sociales y éticas sobre la manipulación genética y de las nuevas terapias genéticas.
- 5.- Genética mendeliana. Leyes de la herencia, teoría cromosómica de la herencia. Herencia de grupos sanguíneos, herencia autosómica, herencia ligada al sexo.
- 6.- Mutación, recombinación y adaptaciones aplicadas a evolución y biodiversidad.

4.1.5. Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje

Los criterios de evaluación son el referente que pretende evaluar al alumnado, describen lo que se quiere valorar y lo que el alumnado debe lograr tanto a nivel de conocimientos como de competencias, en definitiva, responden lo que se pretende conseguir. En relación a los criterios de evaluación desarrollados para la presente propuesta de intervención encontramos:

- 1.- Analizar el papel del ADN como portador de la información genética.
- 2.- Definir el concepto de mutación distinguiendo los principales tipos y agentes mutagénicos.
- 3.- Contrastar la relación entre mutación y cáncer.
- 4.- Desarrollar los avances más recientes en el ámbito de la ingeniería genética y la biotecnología, así como sus aplicaciones reales y potenciales.
- 5.- Analizar los progresos en el conocimiento del genoma humano y su influencia en los nuevos tratamientos.
- 6.- Aplicar la genética mendeliana, aplicando las leyes de la herencia en la resolución de problemas y establecer la relación entre las proporciones de la descendencia y la información genética.
- 7.- Reconocer la importancia de la mutación y la recombinación.
- 8.- Trabajar adecuadamente en el laboratorio, realizar un reparto adecuado y equitativo de tareas.
- 9.- Extraer la información de fuentes fiables y usar de manera solvente y eficaz las TIC.
- 10.- Valorar la importancia y repercusiones de la ciencia en diferentes aspectos.

Los estándares de aprendizaje son especificaciones de los criterios de evaluación, han de concretar lo que el alumno debe saber, comprender y saber hacer. Deben ser observables, medibles, evaluables y graduables. La elaboración de estos estándares de aprendizaje evaluables debe facilitar el diseño de pruebas estandarizadas y comparables. Entre los estándares de evaluación desarrollados para la presente propuesta de intervención encontramos:

- 1.1.- Describe la estructura y composición química del ADN, reconociendo su importancia biológica como molécula responsable del almacenamiento, conservación y transmisión de la información genética.
- 2.1.- Describe el concepto de mutación estableciendo su relación con los fallos en la transmisión de la información genética.
- 2.2.- Clasifica las mutaciones identificando los agentes mutagénicos más frecuentes.
- 3.1.- Asocia la relación entre la mutación y el cáncer, determinando los riesgos que implican algunos agentes mutagénicos.
- 4.1.- Resume y realiza investigaciones sobre las técnicas desarrolladas en los procesos de manipulación genética para la obtención de organismos transgénicos.
- 5.1.- Reconoce los descubrimientos más recientes sobre el genoma humano y sus aplicaciones en Ingeniería Genética valorando sus implicaciones éticas y sociales.
- 6.1.- Analiza y predice aplicando los principios de la genética mendeliana, los resultados de ejercicios de transmisión de caracteres autosómicos, caracteres ligados al sexo e influidos por el sexo.
- 7.1.- Ilustra la relación entre mutación y recombinación, el aumento de la diversidad y su influencia en la evolución de los seres vivos.
- 8.1.- Realiza las diferentes tareas en el laboratorio, alcanzando los resultados esperados en las sesiones de laboratorio.
- 8.2.- Se reparte el trabajo con el resto de compañeros del equipo
- 9.1.- Consulta fuentes fiables de información, las contrasta y compara para obtener un producto fiable.
- 9.2.- Se comunica con sus compañeros mediante las TIC y con el profesor para resolución de dudas, presentación de opiniones, etc.
- 10.1.- Se muestra interesado por las repercusiones que la ciencia puede tener en su vida y en la de los que le rodean.

4.1.6. Índice de coherencia

A continuación, queda reflejado el índice de coherencia donde se relacionan todos los aspectos que configuran el currículo entre sí. A cada sesión de la propuesta de intervención le corresponden una o varias actividades que van orientadas a la consecución de unos determinados objetivos y adquisición de competencias, donde se tratan unos determinados contenidos mediante el uso de ciertos recursos y las cuales son evaluadas basándose en los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje.

Tabla 1. Índice de coherencia.

Sesión	Actividades	Objetivos	Contenidos	Competencias	Criterios de Evaluación	Estándares de aprendizaje
1	1,2	1,2,3,4,6	1,2,3,4	CMCT, CCL	1,2,3,4,5	1.1,2.1,2.2,3.1,4.1 ,5.1
2	3	8	-	CMCT, CCL	-	-
3	4	5,8	-	CMCT, CCL, SIEE	-	-
4	5,6,7,8,9	1,2,3,5,7,8	1,2,3,4,5,6	CMCT, CCL, SIEE	1,2,3,4,5,6,7, 8	1.1,2.1,2.3,3.1,4.1 ,5.1,6.1,7.1,8.1
5	5,6,7,8,9	1,2,3,5,7,8	1,2,3,4,5,6	CMCT, CCL, CD	1,2,3,4,5,6,7, 8	1.1,2.1,2.3,3.1,4.1 ,5.1,6.1,7.1,8.1
6	10	1,2,3,4,6,7, 8	1,2,3,4,5,6	CMCT, CLL	1,2,3,4,5,6,9, 10	1.1,2.1,2.3,3.1,4.1 ,5.1,6.1,9.1,9.1,10 .1
7	10	1,2,3,4,6,7, 8	1,2,3,4,5,6	CMCT, CCL, CD	1,2,3,4,5,6,9, 10	1.1,2.1,2.3,3.1,4.1 ,5.1,6.1,9.1,9.1,10 .1
8	11	1,2,3,4,6,7, 8	1,2,3,4,5,6	CMCT, CLL	1,2,3,4,5,6,7, 9,10	1.1,2.1,2.3,3.1,4.1 ,5.1,6.1,9.1,9.1,10 .1
9	12,13	7,8	1,2,3,4,5,6	CMCT, CLL, SIEE	1,2,3,4,6,7,8	1.1,2.1,2.3,3.1,4.1 ,6.1,7.1,8.1,8.2
10	14	1,2,3,4,6,7, 8	1,2,3,4,5,6	CMCT, CLL, SIEE	1,2,3,4,6,7,8	1.1,2.1,2.3,3.1,4.1 ,6.1,7.1,8.1,8.2

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Metodología

La metodología se entiende como las tareas, rutinas y acciones organizadas y planeadas previamente que el profesor mediante la reflexión y siendo consciente de ello, lleva a cabo para posibilitar el aprendizaje del alumnado y garantizar la consecución de los objetivos trazados.

La metodología a emplear en la presente propuesta sigue un modelo constructivista, de tal manera que siempre se parte de los conocimientos previos del alumnado los cuales se anexionan a los nuevos conocimientos que se van aprendiendo. Ese vínculo permite que los contenidos se vayan asentando y arraiguen de manera más duradera y funcional, lo que se conoce como aprendizaje significativo. Para lograr este aprendizaje no sólo es necesario partir de dichos conocimientos previos, sino que el alumno ha de presentar un papel activo y protagonista en el aprendizaje; es por tanto que el empleo de metodologías activas tales como el que nos concierne: ABP, va a fomentar todo lo anterior. Dicha metodología garantiza que el alumnado va a estar más motivado y más interesado por el tema, dado que se le presentan cuestiones cercanas a su realidad, es el alumno el protagonista de su propio aprendizaje, ha de documentarse, reflexionar y trabajar en equipo para llegar a generar el producto final. Es fundamental evitar que el alumno sea un mero receptor de la información, hay que huir de metodologías más tradicionales y expositivas siempre que sea posible. El alumno debe construir su propio conocimiento, la información que recibe ha de ser procesada e interiorizada, de manera que pueda utilizar dicho conocimiento y extrapolarlo a otras situaciones. Durante las diversas sesiones a trabajar en pequeño y gran grupo se tratará de seguir al máximo un modelo constructivista y una metodología activa y participativa que genere interés y entusiasmo en el alumnado, conllevando por ende un mayor éxito en el proceso educativo. El rol del profesor quedaría como un guía, promotor del proceso de enseñanza-aprendizaje. A su vez, motivar y estimular al alumno es fundamental.

Para una correcta consecución de la metodología, es necesario además proponer objetivos que resulten ajustados a las capacidades cognitivas del estudiante, es decir, ni excesivamente sencillos ni excesivamente complicados, de esta forma se promueve la motivación. Además, las actividades serán auténticas, encuadradas en un entorno cercano al alumno, de manera que si éste ve la posible aplicabilidad va a considerarlas relevantes y mostrará más interés, aspecto fácilmente lográble gracias al trabajo con ABP. Se evitará en todo momento un aprendizaje memorístico por

parte del alumnado, dado que este tipo de aprendizaje es sinónimo de olvido prematuro y no extrapolación de conocimientos. Además de lo anterior, el profesor presentará preguntas estimulantes y que fomenten la reflexión y el dinamismo de la clase.

En definitiva, el profesor fomentará, con la presente propuesta, la autonomía del aprendizaje, la autocrítica y la reflexión. Es subrayable también la creatividad e iniciativa de los alumnos, así como la escucha activa y la planificación. Es el alumno el protagonista de su propio proceso de aprendizaje, siendo el profesor el guía que lo orquesta todo.

4.3. Actividades y temporalización

En la siguiente tabla quedan recogidas las diferentes sesiones, las actividades a realizar en cada una de estas, así como los objetivos y contenidos que se pretenden trabajar y los recursos necesarios para que se lleve a cabo.

Tabla 2. Cronograma del trabajo.

Sesión	Actividades	Objetivos	Contenidos	Recursos	Duración
1	1,2	1,2,3,4,6	1,2,3,4	Aula	50 min.
2	3	8	-	Aula, TIC	50 min.
3	4	5,8	-	Aula	50 min.
4	5,6,7,8,9	1,2,3,5,7,8	1,2,3,4,5,6	Aula, TIC, Laboratorio	50 min.
5	5,6,7,8,9	1,2,3,5,7,8	1,2,3,4,5,6	Aula, TIC, Laboratorio	50 min.
6	10	1,2,3,4,6,7,8	1,2,3,4,5,6	Aula	50 min.
7	10	1,2,3,4,6,7,8	1,2,3,4,5,6	Aula	50 min.
8	11	1,2,3,4,6,7,8	1,2,3,4,5,6	Aula	50 min.
9	12,13	7,8	1,2,3,4,5,6	Aula, Feria Ciencias	50 min.
10	14	1,2,3,4,6,7,8	1,2,3,4,5,6	Aula	50 min.

Fuente. Elaboración propia.

A continuación, quedan reflejadas de manera detallada las diez sesiones que se han indicado en el cuadro. Todas las sesiones contienen actividades vinculadas a la Genética y la Biotecnología, así como su relación con la realidad del alumnado.

Sesión 1: descripción del tema principal, pregunta conductora y detección de ideas previas

A lo largo de la primera sesión se realizarán 2 actividades.

- ✓ **Actividad 1:** detección de ideas previas.

La actividad inicial es de carácter introductorio, no requiere del uso de TIC, y se realiza individualmente. La duración estipulada es de 20 minutos.

Se procederá a preguntar a los alumnos sobre aspectos tales como ¿qué es un gen?, ¿qué es la genética?, ¿de qué manera nos afecta nuestra carga genética?, ¿somos sólo genes o somos algo más?, ¿qué es el fenotipo?, ¿qué quiere decir gemelos univitelinos, son clónicos? A medida que los alumnos vayan respondiendo a las preguntas el profesor tratará de afirmar o negar la veracidad de sus afirmaciones y aportar siempre de manera constructiva información y otros enfoques que resulten enriquecedores para toda la clase.

- ✓ **Actividad 2:** descripción del tema y pregunta conductora.

La actividad es de carácter introductorio, requiere del uso de ordenadores o tabletas, y se realiza individualmente. La duración estimada es de 30 minutos.

Los alumnos han de leer el siguiente artículo “Seeing double: Twin marries twin, and they have identical twin boys”, destacando las ideas principales. Una vez lo hayan leído se procederá a realizar un debate sobre su contenido y se planteará la gran pregunta que regirá todo el resto de sesiones:

“¿Si dos parejas de gemelos univitelinos se casan y tienen hijos, serán los hijos de sendas parejas idénticos?”

Sesión 2: formación de equipos colaborativos y definición del reto final. Definir cuál es el producto que se va a alcanzar y conocer lo que hay que saber, los objetivos.

A lo largo de la segunda sesión se realizará una única actividad.

- ✓ **Actividad 3:** elección de grupos y comienzo del ABP.

La actividad es de carácter organizativo, no requiere de ningún recurso específico. Se procederá a la agrupación en grupos heterogéneos internamente y lo más homogéneos entre sí posible, de manera que todos aquellos alumnos con ciertas NEE o de diversa procedencia puedan estar repartidos e implicados en diferentes

grupos, permitiendo así vencer dichas dificultades y garantizando una experiencia de aprendizaje óptima para todos. Los grupos constarán de 5 personas. Se realizarán 4 grupos elegidos por el profesor de la manera que éste crea más adecuada para que el proyecto se desarrolle de manera fructífera. La duración estimada es de 50 minutos.

Una vez realizados los grupos se describe al alumno cual es el producto que ha de elaborar, en este caso será una presentación donde expongan en la feria de ciencia del instituto al resto de compañeros y otros asistentes los diferentes aspectos con los que han trabajado a lo largo del ABP, así como deberán presentar un dossier donde irán anotando y apuntando toda la información, posibles conclusiones, comentarios, opiniones, una especie de guía de campo donde irán recopilando todo el trabajo. En definitiva, deberán presentar la información recopilada, los experimentos realizados y los datos conseguidos, el análisis de los mismos acompañados de conclusiones y reflexiones finales, tanto en el dossier como en la presentación donde deberán defender su trabajo.

Sesión 3: organización y planificación. Asignación de roles, definición de tareas y tiempos. Intercambio de ideas entre alumnos

A lo largo de dicha sesión se realizará una actividad.

✓ **Actividad 4:** asignación de roles en los diferentes grupos.

La actividad es de carácter organizativo, requiere del uso de tabletas o de ordenadores. Se realiza en pequeños grupos de 5, los grupos con los que trabajarán generalmente durante el resto de sesiones. La duración estimada es de 50 minutos.

Para la realización de la actividad los alumnos pueden usar diversos programas como por ejemplo Microsoft Excel. Entre los roles que han de distribuirse se encuentran los siguientes: a) recopilador de información, b) analista de información, c) jefe de laboratorio, d) diseñador de la presentación y e) coordinador. Cada uno de los alumnos será atribuido con uno de los roles, con las competencias que el propio nombre del rol implica. Aunque es cierto que todos han de participar en todo, a pesar de tener dichos roles, han de participar y colaborar para la obtención del producto final. El alumno recopilador de la información, además de participar en todo lo demás será quien principalmente consultando fuentes de información fiables obtenga información rigurosa para la generación del producto. El alumno analista de información, tendrá el papel principal de ir analizando la información que le cede

el recopilador de información, tratando de encontrar aspectos relevantes y sacar conclusiones que les permitan avanzar. El alumno jefe de laboratorio será quien coordine las sesiones del laboratorio, gestionando los recursos y el tiempo y atribuyendo qué actividades deben desempeñar los demás mientras trabajan en el laboratorio. El alumno diseñador de la presentación debe ir conjugando la información analizada y las investigaciones del laboratorio e ir desarrollando la presentación que expondrán a lo largo de la sesión final a modo de defensa. Por último, el alumno coordinador será quien vele por el diálogo y el correcto desempeño de todos, que haya una comunicación eficaz y que busque efectos sinérgicos de progreso durante el desarrollo del proyecto. Todos han de participar en todo, aunque luego tengan su rol específico.

Sesión 4,5: búsqueda y recopilación de información. Revisión de objetivos. Recuperación de conocimientos previos. Introducción de nuevos conceptos. Búsqueda de información nueva.

A lo largo de dicha sesión se realizarán 4 actividades.

✓ **Actividad 5:** búsqueda de información.

Previo a la realización de la actividad los alumnos han de documentarse acerca de los diferentes procesos de división celular que existen (mitosis y meiosis). Rellenando una tabla con las principales diferencias y puntos en común entre ambos. La búsqueda de información la deberán realizar en casa. Los alumnos recopilador de información y analista de la misma serán quienes coordinarán dicha actividad. Una vez que los alumnos hayan recopilado la información y tengan una base de conocimientos y adquirida se procederá a la siguiente actividad. La duración estimada es de 60 minutos.

✓ **Actividad 6:** estudio de la mitosis en meristemas de cebolla.

La actividad tendrá lugar en el laboratorio, los recursos a utilizar quedan definidos posteriormente. Se realizará en pequeños grupos de 5, los grupos con los que trabajarán generalmente durante el resto de sesiones. La duración estimada es de 25 minutos.

En las sesiones de laboratorio, el alumno jefe de laboratorio atribuirá las funciones que deberá realizar cada alumno en el mismo, en función de sus cualidades y tratará de coordinar de la mejor forma posible el trabajo en el mismo. Antes de comenzar con las sesiones de laboratorio se realizará una charla formativa por parte del

profesor sobre las normas de seguridad en el laboratorio. La duración estimada es de 25 minutos.

Durante la sesión, los alumnos van a estudiar la mitosis en células de meristemo de cebolla mediante coloración básica, tiñéndose el material genético de la célula, de manera que podrán ver las diferentes fases de la mitosis según la disposición y grado de condensación de los cromosomas.

Procedimiento: las cebollas estarán preparadas de antemano por el profesor para que el alumno únicamente tenga que cortar los meristemas y pueda dar comienzo el experimento de inmediato.

1. Cortar los externos de las raicillas y depositarlas en un portaobjetos.
2. Cubrir las muestras con el colorante básico.
3. Incubar a temperatura ambiente durante 10 minutos
4. Colocar sobre los cortes el cubreobjetos, presionando suavemente.
5. Eliminar el exceso de colorante con una toalla de papel.
6. Analizar el contenido empezando por el aumento 10x y pudiendo llegar hasta el aumento 100x siempre que se utilice aceite de inmersión.
7. Ir documentando y esquematizando las distintas fases del ciclo celular en la que se encuentran las células.

Material requerido

Microscopio Óptico	Cuchillo	Portaobjetos	Cubreobjetos	Pipetas Pasteur
Colorante básico	Bulbo de cebolla	Agua	Frascos	Aceite de inmersión

Una vez realizado el experimento tendrá lugar un debate entre los 4 grupos sobre qué aspectos son relevantes en la mitosis, qué la diferencia de la meiosis y cuál de estos dos procesos está relacionado con la reproducción sexual.

✓ **Actividad 7:** análisis de grupo sanguíneo

La actividad tendrá lugar en el laboratorio, los recursos a utilizar quedan definidos posteriormente. Se realiza en pequeños grupos de 5, los grupos con los que trabaran generalmente durante el resto de sesiones. La duración estimada es de 25 minutos.

La actividad dará comienzo con la visualización del siguiente video acerca de los grupos sanguíneos: <https://www.youtube.com/watch?v=LdUzvEDMUME>. Tras la visualización del mismo se procederá a la resolución de dudas y se comentarán aspectos en relación al mismo que puede que no hayan quedado demasiado claros.

A continuación, como en la actividad anterior, el alumno jefe de laboratorio gestionará los recursos y las funciones de cada uno de ellos para tratar de lograr la correcta consecución de objetivos.

Durante la sesión los alumnos van a identificar su grupo sanguíneo, analizando posteriormente los posibles genotipos de sus progenitores y de sus posibles hijos. Estudiarán a su vez como es la técnica utilizada para determinar el grupo sanguíneo y aprenderán a interpretar los resultados derivados de dicha técnica.

Material requerido

Solución anti-A	Solución anti-B	Material punzante estéril
Agua oxigenada	Algodón	Sangre

Procedimiento:

1. Para la realización de la práctica los alumnos en primer lugar han de pinchar la yema del dedo previa desinfección con alcohol.
2. Depositar una gota de sangre en las diferentes casillas, una para el anti-A y otras para el Anti B y otra donde se aplicarán ambos sueros a la vez.
3. Tras depositar las mezclas se procede a añadir el suero en cada gota de sangre.
4. Se analizan los resultados.

El grupo sanguíneo del individuo corresponde con las casillas en al que la sangre haya coagulado. De manera que, si coagula el suero anti-B, el alumno será grupo sanguíneo B. En el caso de ser AB, la sangre coagulara en las 3 opciones.

Una vez realizado el experimento tendrá lugar un debate entre los 4 grupos sobre cómo se produce la herencia de los grupos sanguíneos, como podrían ser las diferentes combinaciones de hijos que podrían tener entre ellos, que posibles genotipos pueden tener sus padres, etc. A raíz de todo esto se relacionará con la meiosis y la generación de gametos, así como con la pregunta guía concerniente al presente ABP.

✓ **Actividad 8:** pedigrís y árboles genealógicos familiares

Previo a la relación de la actividad, los alumnos han de recopilar información acerca de caracteres de sus familiares, tales como pulgar extensible, pico de viuda y grupos sanguíneos. La duración estimada es de 25 minutos.

La actividad se realizará en el aula del grupo, los alumnos agruparán sus mesas para trabajar en grupo. Se requiere de cuaderno y bolígrafo para la realización de los árboles genealógicos familiares que han de elaborar los alumnos.

Los alumnos han de elaborar los árboles genealógicos donde indicarán con la correcta simbología la presencia / ausencia de pulgar extensible y/o pico de viuda, así como los grupos sanguíneos de todos sus familiares: abuelos, tíos, progenitores, primos, etc. Tan amplio como les sea posible. Una vez realizados los árboles genealógicos, por grupos, los alumnos decidirán qué árbol genealógico de cada grupo es más interesante para exponer y lo enseñarán al resto de la clase, explicando sus hipótesis de patrones de herencia. Se hará un debate tratando de fijar aquellos contenidos más importantes y fomentado del debate constructivo siempre desde la ciencia.

✓ **Actividad 9:** lectura de artículos de similitudes y diferencias entre gemelos

Dicha actividad presenta un matiz más bibliográfico. Los alumnos han de leer determinados artículos que el profesor les facilitará en clase, entendiéndolos, subrayando y anotando qué información consideran que es la más importante para la solución a la pregunta conductora de la experiencia. La duración estimada es de 25 minutos además del tiempo que deban dedicar en sus casas.

Los artículos a leer serán los siguientes: a) Twins, b) The Claim: Identical Twins Have Identical DNA y por último c) Identical Twins' Genes Are Not Identical. Las referencias a los mismos quedan recogidas en el Anexo II.

Sesión 6,7: análisis y síntesis. Puesta en común. Compartir información. Contrastar ideas, debates entre grupos. Resolución de problemas. Toma de decisiones

Durante las sesiones 6 y 7 tendrá lugar la actividad 10.

- ✓ **Actividad 10:** puesta en común y debate general.

A lo largo de dicha actividad los 4 grupos de 5 alumnos han de intercambiar información, bajo la tutela y organización del profesor, durante la sesión 6 tendrá lugar la reunión entre los alumnos que cumplan el mismo rol dentro de cada grupo, permitiendo así que compartan y se ayuden los unos y los otros, y durante la sesión 7 tendrá lugar un debate general sobre a qué conclusiones ha llegado cada grupo, tratando de justificar si podrían ser correctas o no, el profesor ha de mediar el debate, pero no debe proporcionar información adicional, ni corregir a los alumnos, deben ser ellos mismos quienes resuelvan problemas y tomen decisiones. La duración estimada es de 100 minutos.

Sesión 8: desarrollo y ejecución del producto final.

A lo largo de la octava sesión tendrá lugar la actividad 11.

- ✓ **Actividad 11:** elaboración del proyecto final: presentación y dossier.

Durante esta actividad los alumnos podrán preguntar dudas al profesor sobre formato, que los oriente para la elaboración de gráficas, tablas o en el diseño y desarrollo de la presentación. Podrán adelantar durante la sesión la relación del dossier y la presentación, pero será necesario que trabajen en casa, dado que una única sesión de 50 minutos no resulta suficiente para la redacción de ambos documentos. Por tanto, deberán aprovechar esta sesión para preguntar dudas y ultimar, de manera que sean capaces de preparar por su cuenta la presentación y el escrito que la acompaña.

Sesión 9: presentación del proyecto. Preparar la presentación, defensa pública, revisión con expertos. Respuesta colectiva a la pregunta inicial. Reflexión sobre la experiencia.

A lo largo de la novena sesión tendrán lugar las actividades 12 y 13.

✓ **Actividad 12:** defensa pública del proyecto

La actividad 13 se realizará durante la feria de ciencias del centro o en algún evento similar, de manera que puedan estar presentes gran cantidad de alumnos, no sólo el grupo clase y profesores de diversos ámbitos y no sólo del área de biología. De esta forma, aunque resulte más arduo para el estudiante, se le prepara para hablar y resolver dudas en público, para que exponga y venza sus miedos. Las presentaciones durarán un máximo de 10 minutos por cada grupo, dejando los 2 últimos minutos para posibles dudas y comentarios.

✓ **Actividad 13:** debate y comentarios sobre la defensa.

Una vez realizadas las exposiciones y se vuelva al aula del grupo el profesor les dará una retroalimentación sobre la misma con consejos y posibles correcciones, se hará una valoración grupal de cómo han ido las defensas y se realizará un pequeño debate en el que se valorarán entre ellos, destacando los puntos fuertes y posibles puntos débiles y como mejorarlos, siempre de manera positiva y constructiva.

Sesión 10: evaluación y autoevaluación

A lo largo de la última sesión tendrá lugar la actividad 14.

✓ **Actividad 14:** entrega de evaluaciones y heteroevaluación de la propuesta.

Durante dicha actividad el profesor hará entrega de las rúbricas cumplimentadas (Tablas 3 y 4) con la nota numérica correspondiente a cada grupo, además se hará entrega del cuestionario (Anexo I) a los alumnos para que lo cumplimenten. La duración estimada es de 50 minutos.

4.4. Recursos

Los recursos son todos aquellos medios empleados para conseguir un determinado fin y para satisfacer una determinada necesidad. Es de gran importancia que tanto el docente como los alumnos conozcan los recursos, su utilidad y variedad para así tratar de sacarle el mayor partido posible a éstos.

Para la realización de la propuesta de intervención será necesario el uso de diversos recursos cuyo uso específico ha quedado recogido en el apartado de actividades. El uso de diversos recursos de diferente índole garantiza que se lleve a cabo la labor docente de una manera satisfactoria. Una correcta gestión de los recursos en el aula es requisito indispensable y ha de ser uno de los principales intereses del docente.

Entre los recursos a utilizar encontramos: todo el material habitual de un aula tradicional, es decir el puesto de trabajo del alumno y el del profesor, también es importante destacar que para determinadas sesiones la pizarra digital resulta de gran interés, aunque con una pizarra tradicional y un proyector puede suplirse la carencia de pizarras digitales. Es importante también el punto de acceso a red inalámbrica que permita que los alumnos accedan a Internet.

Para las sesiones de laboratorio se hace necesario todo el material para la realización de las prácticas: cubreobjetos, portaobjetos, pipetas Pasteur, soluciones pertinentes para cada práctica, microscopios, pinzas, bisturíes, etc.

4.5. Evaluación del alumnado

Según la Real Academia de la Lengua Española evaluar es “Estimar los conocimientos, aptitudes y rendimiento de los alumnos”. Esta definición es excesivamente amplia, y por tanto se hace necesario diseñar métodos de evaluación acordes a las diferentes realidades que el docente se puede encontrar en el aula. Para la evaluación de la presente propuesta de intervención se busca su continuidad, es decir que se lleve a cabo durante la duración en su totalidad de la misma. Para ello se usará una rúbrica (Tabla 3). Dicha rúbrica conllevará el 50% de la calificación final. En ella se evaluarán aspectos relacionados con el proceso de elaboración del trabajo final, así como el producto final escrito entregado en sí.

Tabla 3. Rúbrica de evaluación continua

Categoría	4	3	2	1
Pregunta/Propósito	El propósito de las sesiones de laboratorio o la pregunta a ser contestada está claramente identificada y presentada.	El propósito de las sesiones de laboratorio o la pregunta a ser contestada está claramente identificado, pero es presentado en una manera que no es muy clara.	El propósito de las sesiones de laboratorio o la pregunta a ser contestada está parcialmente identificado y es presentado en una manera que no es muy clara.	El propósito de las sesiones de laboratorio o la pregunta a ser contestada es erróneo o irrelevante.
Análisis	La relación entre los diversos aspectos es discutida y las tendencias/patrones analizados lógicamente. Las predicciones son hechas sobre lo que se ha analizado en el laboratorio y a partir de la información obtenida.	La relación entre los diversos aspectos es discutida y las tendencias/patrones analizados lógicamente.	La relación entre los diversos aspectos es discutida, pero ni los patrones, tendencias o predicciones son hechos basados en los datos.	La relación entre los diversos aspectos no es discutida.
Seguridad	Las sesiones de laboratorio son llevadas a cabo con toda atención a los procedimientos de seguridad. El montaje, el experimento y el desmontaje no plantean un riesgo a la seguridad de los individuos.	Las sesiones de laboratorio generalmente son llevadas a cabo con atención a los procedimientos de seguridad. El montaje, el experimento y el desmontaje no plantean un riesgo a la seguridad de los individuos, pero un procedimiento de seguridad necesita ser revisado.	Las sesiones de laboratorio son llevadas a cabo con algo de atención a los pocos procedimientos de seguridad. El montaje, el experimento y el desmontaje no plantean un riesgo a la seguridad de los individuos, pero varios procedimientos necesitan ser revisados.	Los procedimientos de seguridad fueron ignorados y/o algunos aspectos del experimento plantean un riesgo para la seguridad del estudiante o de otros individuos.

Dibujos / Diagramas	Se incluye diagramas claros y precisos que facilitan la comprensión del experimento. Los diagramas están etiquetados de una manera ordenada y precisa.	Se incluye diagramas que están etiquetados de una manera ordenada y precisa.	Se incluye diagramas y éstos están etiquetados.	Faltan diagramas importantes o faltan etiquetas importantes.
Conceptos científicos	El reporte representa un preciso y minucioso entendimiento de los conceptos científicos.	El reporte representa un preciso entendimiento de la mayoría de los conceptos científicos.	El reporte ilustra un entendimiento limitado de los conceptos científicos	El reporte representa un entendimiento incorrecto de los conceptos científicos.
Hipótesis postulada	La relación postulada entre las variables y los resultados anticipados es clara y razonable basada en lo que ha sido estudiado.	La relación postulada entre las variables y los resultados anticipados está razonablemente basada en el conocimiento general y en observaciones.	La relación postulada entre las variables y los resultados anticipados ha sido expuesta, pero aparenta estar basada en una lógica defectuosa.	No se propuso una hipótesis.
Ortografía, puntuación y gramática	Uno o pocos errores de ortografía puntuación y gramática en el reporte.	Dos o tres errores de ortografía puntuación y gramática en el reporte.	Cuatro errores de ortografía puntuación y gramática en el reporte.	Más de 4 errores de ortografía puntuación y gramática en el reporte.
Componentes del Reporte	Todos los elementos requeridos están presentes y elementos adicionales que añaden al reporte (por ejemplo, comentarios atentos y gráficas) han sido incluidos.	Todos los elementos requeridos están presentes.	Un elemento requerido está omitido.	Varios elementos requeridos han sido omitidos.
Conclusión	La conclusión incluye los descubrimientos que apoyan la hipótesis, posibles fuentes de error y lo que se aprendió del experimento.	La conclusión incluye los descubrimientos que apoyan la hipótesis y lo que se aprendió del experimento.	La conclusión incluye lo que fue aprendido del experimento.	No hay conclusión incluida en el informe.

Fuente. Adaptado de rubistar.4teachers.org.

Adicionalmente, la exposición donde deberán defender la pequeña investigación que han llevado a cabo, será evaluada a través de una segunda rúbrica (tabla 4) cuyo peso sobre la calificación final será del 40%. En dicha rúbrica se evalúan aspectos relacionados con el cómo es expuesta la información.

Tabla 4. Rúbrica de evaluación de exposición.

Categoría	4	3	2	1
Contenido	Demuestra un completo entendimiento del tema.	Demuestra un buen entendimiento del tema.	Demuestra un buen entendimiento de partes del tema.	No parece entender muy bien el tema.
Comprensión	El estudiante puede con precisión contestar casi todas las preguntas planteadas sobre el tema por sus compañeros de clase.	El estudiante puede con precisión contestar la mayoría de las preguntas planteadas sobre el tema por sus compañeros de clase.	El estudiante puede con precisión contestar unas pocas preguntas planteadas sobre el tema por sus compañeros de clase.	El estudiante no puede contestar las preguntas planteadas sobre el tema por sus compañeros de clase.
Límite-Tiempo	La duración de la presentación es de 9-10 minutos.	La duración de la presentación es de 7 minutos.	La duración de la presentación es de 5 minutos.	La duración de la presentación es de menos de 5 minutos o más de 10.
Apoyo	Los estudiantes usan varios apoyos (puede incluir vestuario) que demuestran considerable trabajo/creatividad y hacen la presentación mejor.	Los estudiantes usan 1-2 apoyos que demuestran considerable trabajo/creatividad y hacen la presentación mejor.	Los estudiantes usan 1-2 apoyos que hacen la presentación mejor.	El estudiante no usa apoyo o los apoyos escogidos restan valor a la presentación
Postura del Cuerpo y Contacto Visual	Tiene buena postura, se ve relajado y seguro de sí mismo. Establece contacto visual con todos en el salón durante la presentación	Tiene buena postura y establece contacto visual con todos en el salón durante la presentación	Algunas veces tiene buena postura y establece contacto visual.	Tiene mala postura y/o no mira a las personas durante la presentación
Volumen	El volumen es lo suficientemente alto para ser escuchado por todos los miembros de la audiencia a través de toda la presentación.	El volumen es lo suficientemente alto para ser escuchado por todos los miembros de la audiencia al menos 90% del tiempo.	El volumen es lo suficientemente alto para ser escuchado por todos los miembros de la audiencia al menos el 80% del tiempo.	El volumen con frecuencia es muy débil para ser escuchado por todos los miembros de la audiencia.

Fuente. Adaptado de rubistar.4teachers.org.

El hecho de evaluar al alumnado mediante rúbricas permite una serie de ventajas frente a otras formas de evaluación más tradicionales tales como los controles o test. En primer lugar, dado que los alumnos pueden consultar las rúbricas desde la primera sesión, saben qué va a ser lo que se exija de ellos y van a poder tratar de enfocar y dirigir sus esfuerzos para alcanzar la máxima puntuación posible, sabrán en todo momento qué se puntúa y en qué medida. En segundo lugar, garantiza objetividad e igualdad de condiciones para todos los estudiantes. Promueve la responsabilidad y la autorreflexión del alumnado; y proporciona una firme retroalimentación de fortalezas y debilidades, además de garantizar al docente un apoyo objetivo en caso de que surjan dudas o quejas por parte del alumnado o las familias en relación a las calificaciones obtenidas, entre otras muchas bondades.

Además de la continuidad de la evaluación, ésta ha de ser formativa, en el sentido de que permite al alumnado ir mejorando y progresando a lo largo de todo el proceso, tienen función orientadora, reguladora y motivadora. El profesor ha de ir dando una retroalimentación en todo momento para que el alumnado progrese hacia el logro del resultado final.

4.6. Evaluación de la propuesta

La propuesta de intervención en sí no queda exenta de una evaluación. Es de vital importancia realizar una evaluación en diferentes niveles, por una parte, a nivel de heteroevaluación se realizará una encuesta de satisfacción y con oportunidad para el alumno de manifestar quejas o mejoras (Anexo I), por otra parte, una rúbrica (Tabla 5) que ha de ser completada por el profesor donde se realizará una autoevaluación de la propuesta, recogiendo aspectos que permitan la reflexión y posterior mejora para aplicaciones posteriores y detección de errores. Y finalmente se realizará una matriz donde se recogerán las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de la propuesta, es decir una matriz DAFO.

Basándonos en el Decálogo de un proyecto innovador de la Fundación Telefónica, se pueden establecer diversos aspectos que han de ser considerados en la rúbrica de autoevaluación de la propuesta de intervención.

Tabla 5. Rúbrica de autoevaluación de la propuesta.

Categoría	4	3	2	1
Experiencia de aprendizaje vital	Se ofrece a los usuarios una experiencia vital de aprendizaje orientada al logro de la mejora real en sus vidas.	La formación de los usuarios se focaliza en las competencias para la vida, a partir de la realización de actividades de aprendizaje sobre experiencias reales y auténticas.	Se incorpora alguna actividad de aprendizaje, más allá de la adquisición instrumental de conocimientos o habilidades concretas.	El enfoque radica únicamente en la adquisición de conocimientos o habilidades instrumentales de aprendizaje.
Metodologías activas de aprendizaje	Se potencia que el usuario experimente actividades de aprendizaje autónomo. El formador será un facilitador del proceso.	Se potencia que el usuario experimente actividades de aprendizaje autónomo. El formador será un facilitador del proceso.	Se incorporan metodologías en el que el formador propone al usuario algunas oportunidades de aprendizaje autónomo.	Predominan las metodologías de aprendizaje transmisoras, en el que el rol del usuario es de mero receptor, no agente activo de su propio proceso de aprendizaje.
Aprendizaje más allá del aula	El usuario puede construir su propio espacio de aprendizaje (PLE: Entorno Personal de Aprendizaje) conectando contextos formales e informales, curriculares y extracurriculares.	Se abordan actividades formativas en las que se conectan los aprendizajes formales e informales, curriculares y extracurriculares.	Se desarrolla alguna actividad formativa externa al currículum formal.	Únicamente se complementan los aprendizajes curriculares impartidos en las aulas del centro educativo.
Experiencia de aprendizaje cooperativo	Predomina la formación en competencias relacionadas con el trabajo en equipo y la gestión de tareas de forma colaborativa	La actividad principal se centra en el desarrollo de dinámicas relacionadas con el trabajo en equipo y la gestión de tareas de	Se incorpora alguna actividad de aprendizaje en la que los usuarios deben trabajar en equipo	No existen actividades formativas que fomenten el trabajo en equipo y la colaboración

	con agentes internos y externos al grupo desde metodologías inclusivas (sumando capacidades)	forma colaborativa.		entre los usuarios.
Experiencia de aprendizaje auténtica	El usuario se forma en la gestión y evaluación de la competencia emocional y en valores, a partir de la realización de actividades significativas y vitales relacionadas con su entorno físico y humano.	El usuario se forma en la gestión de la competencia emocional a partir de la realización de actividades significativas relacionadas con su entorno físico y humano.	Se incorpora alguna actividad aislada relacionada con la gestión de la competencia emocional del usuario.	No existen actividades formativas relacionadas con la gestión de la competencia emocional del usuario
Experiencia de aprendizaje digital	Focalización de las actividades en la creación de productos originales, con selección y uso oportuno de cuantas herramientas digitales se requiera para la expresión personal o grupal.	Entre las actividades principales desarrolladas se potencia la creación de productos originales a partir de herramientas digitales sugeridas en el itinerario formativo para la expresión personal o grupal.	Se facilitan pautas para la creación de productos originales en las actividades de aprendizaje, con uso de herramientas digitales sugeridas en su itinerario formativo.	No se contemplan actividades para la creación de productos originales con uso de herramientas digitales.
La evaluación como herramienta de aprendizaje	Se propone al usuario la realización de actividades de aprendizaje basadas en instrumentos prácticos de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación a partir de rúbricas, escalas y registros de desempeño competenciales	Actividades prácticas frecuentes para que el usuario pueda autoevaluar su progreso de aprendizaje según los objetivos previstos.	Se realizan actividades puntuales para que el usuario tenga referencia sobre los objetivos de aprendizaje que se le proponen alcanzar.	No se desarrollan actividades explícitas para que el usuario conozca los objetivos alcanzables de aprendizaje, experimentando así con procesos de evaluación como parte de su proceso de aprendizaje.

Fuente: Extraído de Decálogo de un proyecto innovador.

La matriz DAFO da diversas informaciones entre las que destacan: las potencialidades de la empresa, que surgen de combinar las fortalezas y las oportunidades y harían referencia a cuales son las líneas de acción más prometedoras. En segundo lugar, al combinar debilidades y amenazas quedarían recogidas las limitaciones. Los riesgos surgen al combinar las fortalezas y amenazas y los desafíos al combinar las debilidades y las oportunidades. Todos estos factores y la forma en que interactúan entre sí permitirán hacer un balance global de la propuesta, permitiendo analizar cuáles son las futuras líneas de mejora.

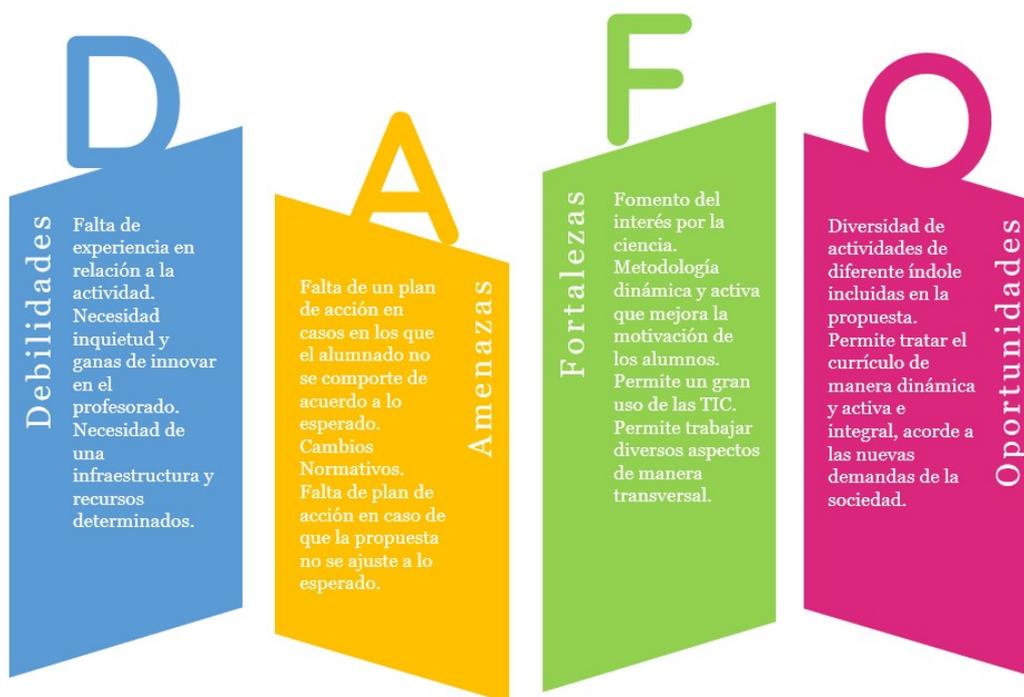


Figura 4. Matriz DAFO.

Fuente: Elaboración propia.

5. Conclusiones

Una vez descrita detalladamente tanto la propuesta de intervención como el marco teórico que la avala y sostiene, se pueden desarrollar una serie de afirmaciones a modo de conclusiones relacionadas con los objetivos planteados inicialmente:

- El ABP es una metodología que, junto a otras metodologías activas, está experimentando un gran auge en las aulas. Este tipo de enseñanzas cada vez están teniendo mayor acogida en el sistema educativo español, dado que contribuye de manera más adecuada al tratamiento de contenidos y a la adquisición de competencias, permitiendo a su vez el desarrollo de otras competencias transversales tales como el desarrollo de las habilidades sociales, la inteligencia emocional, el trabajo en equipo, etc. La educación siempre tiene que estar actualizándose y dando respuestas a las demandas de la sociedad, que cada vez son mayores y cambian más rápido, es por tanto que este tipo de metodologías permiten la formación de un alumnado más capaz y más cualificado para salir al mundo adulto e integrarse de la mejor manera posible.
- La presente propuesta de intervención además de aumentar la motivación y el desempeño de los alumnos conseguirá mejorar el entendimiento de contenidos científicos en aspectos tales como la Biotecnología o la Genética. Al conseguir un alumnado más implicado y más motivado con la materia se garantiza una mayor adquisición de los contenidos epistemológicos en sí.
- Las TIC pueden y deben ser tratadas en la educación formal que reciben los jóvenes. A través de propuestas de intervención que apliquen metodologías activas, se busca, entre otras cosas, que los alumnos aprendan a gestionar la información de manera correcta, que usen la TIC de forma solvente, segura y efectiva, dado que son éstas uno de los pilares fundamentales en los que se sustenta la sociedad actualmente.
- Las actuaciones propuestas, dado que buscan siempre la autenticidad y proximidad a la realidad del alumnado, despiertan el interés y la curiosidad en éste, que partiendo de dichas premisas positivas se implicará en mayor manera, lográndose de esta forma mejores resultados académicos.

6. Limitaciones

La presente propuesta de intervención, al igual que todas aquellas que traten de incorporar nuevas metodologías activas al aula, se va a encontrar con diferentes limitaciones que van a dificultar en gran medida o incluso impedir por completo su implantación en la misma.

En un primer lugar y lo cual es lógico es que se trata de una *propuesta* de intervención, es por tanto que nunca ha llegado a acontecer en el aula, conllevando a que determinadas incógnitas sobre su efectividad en el aula quedan sin resolver. Hasta que no sea realmente llevada a la práctica no se podrá determinar con exactitud lo eficaz que puede ser. Adicionalmente y derivado de esto, al no haberse podido llevar a la práctica, las autoevaluaciones y evaluaciones dirigidas a su propia mejora no han podido ser cumplimentadas y por tanto posibles reflexiones con carácter de perfeccionamiento prospectivo no han podido realizarse.

En un segundo lugar, las reticencias de los profesores más tradicionales a modificar su forma de impartir clase. Si bien es cierto que los nuevos docentes están cada vez más concienciados y hacen más por dar un enfoque más integral y competencial a su enseñanza, los docentes más tradicionales, que llevan una gran cantidad de años impartiendo las clases, a su parecer de manera satisfactoria, resulta coherente que se muestren apáticos en relación a la aplicación de estas nuevas formas de enseñanza. Adicionalmente, estos docentes suelen presentar también reticencias en relación a las TIC, aunque necesarias suponen todo un reto para las generaciones más longevas, es por tanto que, implantar en los centros donde aún el claustro de profesores está formado por docentes con una mentalidad más tradicional y poco abierta a cambios metodológicos y curriculares, puede suponer una importante limitación cuando se llevan a cabo este tipo de experiencias.

Otra limitación de gran relevancia la encontramos en relación al equipo directivo de los centros educativos, pese a que la legislación vigente y los estudios didáctico-pedagógicos más recientes apuntan a que la metodología tradicional es mucho menos eficaz, en determinados centros el equipo directivo considera un riesgo inasumible aplicar metodologías como la que aquí se presenta, e incluso otras en las que se trabaje de manera interdisciplinar determinadas materias, en lugar de en compartimentos estancos como ocurre en la mayor parte de centros, permitiendo si un trabajo integral y en paralelo de las diferentes áreas de conocimiento lográndose un enfoque de la realidad mucho más rico e instructivo para el alumnado.

Una última limitación a destacar deriva de que en la presente propuesta únicamente se trabajan 2 bloques de contenidos de la asignatura lo cual conllevaría a alternar diversas metodologías pudiendo ser ésto contraproducente en el proceso educativo, dado que se altera la forma de impartir clase, de evaluar y de proceder, ésto puede llegar a confundir al alumno y al profesor disminuyendo así el rendimiento de ambos.

7. Prospectiva

Enfocando la atención hacia la mejora, existen diversos aspectos derivados de la presente propuesta de intervención que sería de gran utilidad para la comunidad educativa:

- En educación resulta fundamental compartir. Hace unos años podría parecer irrisorio que a un solo clic se pudiera acceder a prácticamente cualquier tipo de información, pero actualmente gracias a las TIC y a Internet esto es una realidad. Es de gran interés que los docentes compartan sus trabajos, propuestas de intervención basadas en ABP, en gamificación, en clase invertida, en aprendizaje basado en problemas, en cualquier tipo de metodología de esta índole. Compartir actividades, pruebas, experiencias facilita la creación de sinergias educativas que resultan de un interés incalculable para la sociedad en su conjunto, permitiendo un avance convergente hacia un futuro mejor.
- Otra posible modificación sería la de aplicar y adaptar la propuesta a otros cursos, si bien es cierto que Bachillerato en un primer momento resulta atractivo dada la madurez intelectual y personal de los estudiantes para llevar a cabo este tipo de actividades, la legislación actual establece que tras segundo de Bachillerato ha de realizarse un examen que determina, en función de la calificación obtenida, a qué universidades y a qué carreras puede acceder el estudiante. Es por tanto que durante esta etapa tanto profesor como estudiante se centran en una preparación exhaustiva enfocada a sacar la máxima puntuación posible en dicha prueba, en lugar de buscar el desarrollo de otras competencias y habilidades que es lo que busca entre otras cosas esta propuesta. Es por tanto que enfocarla a cursos tales como la Educación Secundaria Obligatoria quizá podría resultar más satisfactorio, dado que no existe esa presión ni en los discentes ni en los docentes que podría llevar a que los resultados no se ajustaran a lo esperado.
- Además de todo lo anterior, puede resultar de gran interés trabajar toda la asignatura mediante el ABP en lugar de sólo un par de bloques, de esta forma se elimina esa mezcla de metodologías y se da un enfoque más integral y unitario; e incluso como proyecto mucho más ambicioso, se puede trabajar de manera interdisciplinar las diversas materias, proponiendo sesiones en las que el alumno tenga que ir realizando una serie de actividades donde se

trabajen tareas tales como la Biología, las Matemáticas e incluso la Filosofía. Sería cuestión de tiempo y esfuerzo por parte de los docentes para ser capaces de coordinarse y generar un proyecto que se adapte a la realidad del centro y que cumpla con las demandas de la sociedad.

8. Referencias bibliográficas

Referencias bibliográficas

Álvarez, J. (2010). Características del desarrollo psicológico de los adolescentes. *Innovación y experiencias educativas*, 28, 2-11.

Barba, M., Cuenca, M. y Rosa, A. (2007). Piaget y L.S Vygotsky en el análisis de la relación entre educación y desarrollo. *Revista iberoamericana de educación*, 42 (7), 1-12.

Bauman, Z. (2000). *Liquid Modernity*. Cambridge: Polity Press.

Cabral, I. (2001). Alfabetismo científico y educación. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1-2.

Carrera, B. y Mazzarella, c. (2001). Vygotsky: Enfoque sociocultural. *La Revista Venezolana de Educación*, 5 (13), 41-44.

Carsales, A., Carrillo, M. E., y Redondo, A. M. (2017). ABP y Tecnología en Educación Infantil. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (50), 201-210.

Castillo, E., Almagro, B., Conde. y Sáenz-López. P. (2015). Inteligencia emocional y motivación en educación física en secundaria. *Retos*, 27, 8-13.

De Benito, E. (31 de julio de 2003). Tomates “sin genes”. Editorial: El País.

Decálogo de un proyecto innovador: guía práctica Fundación Telefónica. Disponible en <http://innovacioneducativa.fundaciontelefonica.com/blog/2014/09/12/decalogo-de-un-proyecto-innovador-guia-practica-fundacion-telefonica>.

Furió, C. (2006). La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la Química. Una cuestión controvertida. *Educación química*, 17, 222-227.

García, F. y Doménech, F. (2002). Motivación aprendizaje y rendimiento escolar. *Revista Electrónica de Motivación y Emoción*, 1 (6), 24-36.

Gardner, H. y Hatch, T. (1989). Multiple intelligences go to school: Educational implications of the Theory of Multiple Intelligences. *Educational Researcher*, 18 (8), 4-10.

Garner, H. (2011). *Inteligencias múltiples: La teoría en la práctica*. Barcelona: Paidós.

Goleman, D. (1996). *Inteligencia Emocional*. Madrid: Kairos.

Grande, M., Cañón, R. y Cantón, I. (2015). Tecnologías de la información y la comunicación: evaluación del concepto y características. *International Journal of Educational research and Innovation*, 6, 218-230.

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Boletín Oficial del Estado, 295, de 10 de diciembre de 2013.

Lemke, J. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las ciencias*, 24 (1), 5-12.

- Miao, Y., Holst, S.L., Haake, J.M. y Steinmetz, R. (2000). PBL-Protocols: Guiding and Controlling Problem Based Learning Processes in Virtual Learning Environments. *Fourth International Conference of the Learning Sciences*, 232-237.
- Maldonado, M. (2008). Aprendizaje basado en proyectos colaborativos. Una experiencia en educación superior. *Universidad pedagógica experimental libertador*, 14 (28), 158-180.
- Martí, J., Heydrich, M., Rojas, M. y Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46 (158), 11-21.
- Maslow, A. (1954). *Motivación y personalidad*. Barcelona: Sagitario 1954.
- McClellan, D (1989). *Estudio de la motivación humana*. Madrid: Narcea.
- Mellado, V. (2001). ¿Por qué a los profesores de ciencias nos cuesta tanto cambiar nuestras concepciones y modelos didácticos? *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 17-30.
- Núñez, J.C. y González- Pumariega, S (1996). Motivación y aprendizaje escolar. *Congreso nacional sobre motivación e instrucción*.
- Palacios, G. J., Coll, C. y Marchesi, A. (2014). Desarrollo psicológico y educación. *Psicología de la educación escolar*, 90-97 y 173-185.

Palazón-Pérez, A., Gómez-Gallego, M., Gómez-Gallego, J. y Pérez-Cárceles, M. (2011). Relación entre la aplicación de metodologías docentes activas y el aprendizaje del estudiante universitario. *Bordón*, 63 (2), 27-40.

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado, 3, de 3 de enero de 2015.

Rebollo, S. (2010). Aprendizaje Basado en Proyectos. *Innovación y Experiencias Educativas*, 26, 1-5.

Rojas-Betancur, M. y Méndez-Villamizar, R. (2013). Cómo enseñar a investigar. Un reto para la pedagogía universitaria. *Educación y Educadores*, 16 (1), 95-108.

Robinson, K. (2009). *El Elemento: Descubrir tu pasión lo cambia todo*. Barcelona: Grijalbo.

Rull, V. (2014). The most important application of science. *EMBO reports*, 15 (9), 919-920.

Tondeour, J., van Braak, J. y Valcke, M (2007). Curricula and the use of ICT in education: Two worlds apart?. *Brithis Journal of Educational Technology*, 38 (6), 962-976.

Trujillo, F. (2015). Aprendizaje basado en proyectos. Infantil, Primaria y Secundaria. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Valencia, M. y López, M. (2018). Los estilos activo, reflexivo, teórico, pragmático y la competencia. *Revista iberoamericana de producción académica y gestión educativa*, 5 (9), 1-11.

Bibliografía

Karp, G. (2006). Biología Celular y Molecular: Compuestos y experimentos. *Fundamentos de Biología celular y Molecular*, 4, 321-337.

Luengo, L. Prácticas de Biología para Bachillerato. Disponible en: <http://www.lourdes-luengo.es/practicas/practicas.html>.

Anexo 1. Encuesta de satisfacción del alumnado

Encuesta de satisfacción general del alumno con la presente propuesta de intervención

Estimado alumno,

Con el objetivo de evaluar el grado de satisfacción y con miras a mejorar para futuras ediciones, agradeceríamos que completaras el siguiente cuestionario.

Rogamos máxima sinceridad. Los cuestionarios son totalmente anónimos.

Indica tu grado de acuerdo en función de la siguiente escala de valoración: (Totalmente de acuerdo) 5 4 3 2 1 (totalmente en desacuerdo)

		1	2	3	4	5
1	Organización y contenidos claros y bien definidos.					
2	El profesor se muestra atento, resuelve dudas y cuestiones y apoya en todo momento al alumnado.					
3	Los alumnos tenemos libertad de expresión, pudiendo opinar sobre diversos aspectos siempre que sea el espacio reservado para ello					
4	Durante el desarrollo de la materia he recibido la información necesaria para cumplir con la investigación.					
5	El tiempo dedicado se ha ajustado a los requisitos solicitados.					
6	Los recursos del instituto para llevar a cabo las diversas actividades (laboratorios, talleres, ordenadores...) son adecuados y suficientes.					
7	La exigencia a lo largo del desarrollo de las sesiones es el adecuado para una asignatura de 2º de Bachillerato.					
8	Me he sentido apoyado y guiado a lo largo del desarrollo de las diferentes actividades.					
9	Desde el comienzo se me ha hecho entrega de información, formas de evaluación, coordinación y el calendario para garantizar una adecuada organización.					
10	En su conjunto, la propuesta ha respondido a mis expectativas.					

OBSERVACIONES

Añade cualquier otra sugerencia u opinión. Muchas gracias.

Anexo 2. Artículos para su lectura durante la actividad 9

- ✓ Twins. The Teach Museum of Innovation. Extraído de:
<https://genetics.thetech.org/ask/ask68>
- ✓ The Claim: Identical Twins Have Identical DNA. The New York Times. Anahad O'Connor. 11 de marzo de 2008.
https://www.nytimes.com/2008/03/11/health/11real.html?_r=0
- ✓ Identical Twins' Genes Are Not Identical. Scientific American. Anne Casselman. 3 de abril de 2008.
<https://www.scientificamerican.com/article/identical-twins-genes-are-not-identical/>