



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de máster

Uso de modelos 3D para la enseñanza de la Biología en el Bachillerato

Presentado por: Alejandro Mendoza Álvarez
Tipo de trabajo: Propuesta de intervención
Director/a: Gerónimo Fernández Gómez-Chacón

Ciudad: Logroño
Fecha: Abril 2018

RESUMEN

El modelado virtual tridimensional se ha postulado como un recurso didáctico en potencia que presenta numerosos beneficios en el ámbito educativo. Tras un primer análisis, se han establecido las principales ventajas de la utilización de dicha tecnología en el aula, las cuales se basan en la caracterización y comprensión de la estructura tridimensional del objeto representado, permitiendo entender como éste realizaría su función en el entorno para el cual está diseñado. A través de metodologías de trabajo en grupo aplicadas en el aula de informática se fomentará la competencia digital, la competencia aprender a aprender, la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, así como la competencia sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor. Esta Propuesta de Intervención nace con el objetivo de facilitar el uso de un nuevo recurso didáctico, tanto por el profesorado como por el alumnado. Mediante presente Propuesta de Intervención se introducirá al alumnado de Educación Secundaria en técnicas de modelado tridimensional virtual para la representación de moléculas y componentes celulares con el fin de comprender su funcionamiento a través de su estructura y su papel en el entorno celular. En esta propuesta se detalla la utilización del modelado tridimensional en el aula de clase aplicada a la biología, mediante la cual los alumnos trabajarán con diferentes modelos tridimensionales de estructuras celulares para llevar a cabo una comprensión de su funcionamiento a través de la propia estructura tridimensional. Para ello se hará uso del software *Google SketchUp* debido a la existencia de una versión exclusivamente académica, permitiendo a los alumnos confeccionar un diseño customizado de las estructuras celulares vistas en el aula de Biología. La complementación entre la metodología establecida en este trabajo y la realización de las actividades diseñadas potenciarán el trabajo en equipo entre el alumnado. Es de esperar, una vez desarrolladas todas las actividades recogidas en dicha propuesta, que se impulsen las vocaciones científico-tecnológicas entre el alumnado.

Palabras clave: modelo tridimensional, diseño 3D, SketchUp, Educación Secundaria, biología.

ABSTRACT

Three-dimensional virtual modeling has been postulated as a potential teaching resource that has numerous benefits in the educational field. After a first analysis, the main advantages of the use of this technology in the classroom have been established, which are based on the characterization and understanding of three-dimensional structure of the represented object, allowing to understand how it would perform its function in the environment for which it is designed. Through group work methodologies applied in the computer classroom, digital competence, the learning to learn competence, mathematical competence and basic competences in science and technology will be promoted, as well as the sense competence of the initiative and entrepreneurial spirit. This Proposal of Intervention was created with the aim of enabling the use of a new didactic resource, both by the teachers and by the students. Through this Proposal of Intervention, Secondary Education students will be introduced in virtual three-dimensional modeling techniques for the representation of molecules and cellular components in order to understand their functioning through their structure and their role in the cellular environment. This proposal details the use of three-dimensional modeling in the class classroom applied to biology, through which students will work with different three-dimensional models of cellular structures to carry out an understanding of their functioning through the three-dimensional structure itself. To do this, Google SketchUp software will be used due to the existence of an exclusively academic version, allowing students to tailor a customized design of the cell structures seen in the Biology classroom. The complementation between the methodology established in this work and the realization of the designed activities will enhance teamwork among the students. It is expected, once all the activities included in this proposal are developed, that scientific-technological vocations among the students are promoted.

Key words: three-dimensional model, 3D design, SketchUp, Secondary Education, biology.

Índice

1. JUSTIFICACIÓN, PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS	1
1.1. JUSTIFICACIÓN	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS	4
2. MARCO TEÓRICO O CONCEPTUAL.....	5
2.1. LA ASIGNATURA DE BIOLOGÍA.	5
2.2. COMPETENCIA MATEMÁTICA Y COMPETENCIAS BÁSICAS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA.	6
2.3. INTELIGENCIA ESPACIAL.....	8
2.4. IMPRESIÓN EN 3D	8
2.5. DIFICULTADES EN LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR.....	10
2.6. RECURSOS DOCENTES APLICABLES A ESTA MATERIA QUE PODRÍAN SUBSANAR LOS PROBLEMAS ANTERIORMENTE DESCRITOS.....	12
2.7. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE DIRECTA DE ALUMNOS Y DOCENTES MEDIANTE ENCUESTAS.	14
2.8. POTENCIALES USOS DE MODELOS TRIDIMENSIONALES EN LAS AULAS.....	20
2.9. RECURSOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS 3D EN EL AULA	21
2.10. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS METODOLOGÍAS DESCRITAS PARA LA APLICACIÓN DE MODELOS TRIDIMENSIONALES EN EL AULA	23
3. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	26
3. 1. PRIMEROS PASOS.....	26
3.2. OBJETIVOS.....	28
3.3. COMPETENCIAS	28
3.4. CONTENIDOS	30
3.5. METODOLOGÍA	31
3.6. RECURSOS	33
3.7. TEMPORALIZACIÓN.....	34
3.8. ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA PROPUESTA.....	38
3.9. ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD.....	40
3.10. EVALUACIÓN DEL ALUMNADO Y DEL DOCENTE	41
3.11. EVALUACIÓN DE LA PROPIA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	44
4. CONCLUSIONES	47
5. LIMITACIONES Y PROSPECTIVA	48
5.1. LIMITACIONES.....	48
5.2. PROSPECTIVA.....	50
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1. Justificación, planteamiento del problema y objetivos

1.1. Justificación

La educación en el siglo XXI ha adquirido un nuevo enfoque gracias a la irrupción de las Tecnologías de la Información y Comunicación. Según Alfonzo (2009), este nuevo método de educación se dirige a la consecución de una nueva cultura, que se define por el propio proceso de globalización. Las TICs permiten adquirir y asimilar nuevos conocimientos sobre todo lo que nos rodea, permitiendo el establecimiento de nuevas maneras de visualizar el mundo, nuevos patrones de comportamiento y el uso de novedosos instrumentos y lenguajes que hacen de la enseñanza un campo extremadamente innovador en estos días.

La enseñanza de los conocimientos biológicos en la Educación Secundaria se caracteriza por la gran dificultad de la que goza debido a la propia naturaleza del contenido. En general, el alumnado en esta etapa educativa presenta grandes problemas para comprender y aprender los conceptos propios de esta área del conocimiento. Entre las principales dificultades que se detectan durante la enseñanza de contenidos de naturaleza biológica destaca el alto grado de abstracción que los alumnos tienen que desarrollar para comprender los conceptos y la mecánica de las estructuras celulares. Por ello, lamentablemente resulta cada vez más frecuente la distracción de los alumnos durante la impartición de los contenidos biológicos, complicando en mayor medida la labor docente a la hora de captar la atención del alumnado.

Por ello, se han postulado las metodologías activas como instrumentos muy eficaces para el cambio de rol de los alumnos, siendo ellos los protagonistas de su propio proceso de aprendizaje. Estas metodologías se basan en el trabajo conjunto de grupos de alumnos y para ello es esencial que los docentes dispongan de un amplio abanico de actividades potencialmente atractivas y adaptadas al alumnado en cuestión.

Las actividades más extendidas actualmente son aquellas basadas en las nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación, ya que son las que más despiertan el interés de los alumnos debido a la gran diversidad de retos que plantean y que favorecen la diversión y el aprendizaje a través de la realización de dichas actividades (Nuñez-Ircio, J., 2017). Por ello, la impresión 3D en el aula ofrece un gran abanico de

actividades innovadoras que merecen ser empleadas como recursos didácticos en las diferentes asignaturas de Educación Secundaria.

El presente trabajo nace a partir de la adaptación del modelado tridimensional industrial a campos cada vez más cercano al ciudadano de a pie. Cada vez son más los beneficios que aporta esta tecnología a la educación en general de distintos campos como la biología. Durante la enseñanza de la genética, por ejemplo, se requiere la comprensión del concepto de niveles de organización (bases nitrogenadas, nucleótidos, alelo, gen, cromosoma, ADN, gametos), procesos de meiosis (*crossing over*) y mitosis, mecanismos de herencia y alteraciones genéticas; cumpliendo con los requisitos planteados, en especial por tratarse de un tema complejo al considerar que estos conceptos tienen un alto grado de abstracción (Flores-camacho, García-rivera, & Gallegos-cázares, 2017).

La impresión 3D de los modelos biológicos que se enseñan en el aula de Biología y Geología de la Educación Secundaria permitiría que los estudiantes pudieran ver, tocar e interaccionar con los diseños 3D elaborados. Esta tecnología, al contrario que la proyección de imágenes o vídeos en ordenadores, permite disminuir el nivel de esfuerzo de abstracción que los estudiantes deben desarrollar a la hora de comprender los conocimientos impartidos en el área de genética, los cuales, son algunos de los conceptos más complejos y abstractos de comprender para el alumnado en esta etapa educativa.

En el aspecto educativo, los científicos pueden modelar en 3D basándose en fórmulas geométricas para visualizar mejor las estructuras complejas. El conocimiento conceptual puede beneficiarse de las capacidades de la tecnología del modelado 3D para imprimir objetos flexibles en 3D, acortando el tiempo que se emplea entre el diseño de una solución específica y la evaluación del resultado obtenido. La principal ventaja educativa que presenta la impresión de estructuras tridimensionales es el efectivo aprendizaje a través de la interacción y práctica de las habilidades a desarrollar determinadas en el currículum oficial de la asignatura.

1.2. Planteamiento del problema

La enseñanza de la genética en los últimos niveles de ESO y Bachillerato presenta un fuerte componente abstracto para el alumnado, por lo que los docentes se ven obligados al empleo de recursos didácticos que permitan sortear esta barrera. Sin embargo, y a pesar del avance de las técnicas de impresión 3D y de sus potenciales usos, los docentes no emplean esta herramienta para la construcción de sus propios modelos. En el presente trabajo, se analizarán las causas principales del desuso de esta tecnología como herramienta didáctica en las aulas de biología.

Las aplicaciones de esta tecnología en las aulas pueden ser muy diversas, existiendo un amplio abanico de posibilidades. Por ejemplo, se puede emplear el modelado virtual en la asignatura de Geografía e Historia proporcionar relieve a los mapas topográficos, en Matemáticas para estudiar los contenidos de trigonometría, en dibujo técnico para realizar las representaciones de los objetos, etc.

Distintas investigaciones señalan que la biología molecular es una de las áreas que presentan mayores dificultades para el alumnado debido, precisamente, a la abstracción que necesita el alumnado para ser capaz de visualizar y comprender diversos contenidos que consisten en la caracterización y funcionamiento de las estructuras biológicas, las cuales son de naturaleza microscópica. Un ejemplo de problema recurrente e inherente a esta problemática consiste en que, a pesar de que los alumnos pueden dar una definición correcta del cromosoma, cuando se solicita una representación gráfica, los alumnos lo ubican dentro de la cadena de ADN (Flores-Camacho, García-Rivera, & Gallegos-Cázares, 2017). Esta problemática impediría establecer las relaciones correctas entre diferentes componentes genéticos que dan lugar al metabolismo del ADN en temarios más avanzados en la misma asignatura.

1.3. Objetivos

El objetivo general del presente Trabajo de Fin de Máster consiste el diseño de una propuesta de intervención basada en el análisis de la docencia actual de la biología y cómo esta podría verse beneficiada a través del uso de modelos virtuales tridimensionales que ayuden al alumnado a comprender ampliamente la estructura y función de los distintos componentes biológicos impartidos en las aulas de Biología de los centros educativos.

Complementariamente, se establecieron los siguientes objetivos específicos:

1. Análisis de la situación actual de la docencia de genética, sus dificultades e intentos mejora a través de la realización de búsqueda bibliográfica.
2. Recopilación de información directa de alumnos y docentes mediante encuestas.
3. Metodologías docentes aplicables a esta materia que podrían subsanar los problemas anteriormente descritos.
4. Análisis comparativo de las metodologías en función de las dificultades descritas en los apartados anteriores.

2. Marco teórico o conceptual

2.1. La asignatura de biología.

La asignatura de biología en el bachillerato es una de las que presentan un mayor contenido abstracto en el conjunto de asignaturas que se imparten. En especial, los contenidos relativos a la enseñanza de la biología celular y genética han manifestado una tasa más baja de comprensión en el alumnado respecto a otros contenidos dentro de la misma asignatura.

La biología celular es la rama de la Biología que se encarga del estudio de las estructuras celulares y subcelulares. Entre sus principales estudios, destaca la caracterización de dichas estructuras así como el funcionamiento en condiciones normales y bajo condiciones de patogenicidad.

La genética es la rama de la Biología que trata de la herencia y de su variación. Esta disciplina abarca el estudio de las células, los individuos, sus descendientes y las poblaciones en las que viven los organismos. Los investigadores especializados en esta rama estudian todas las formas de variación hereditaria, así como las bases moleculares subyacentes de tales características. De este modo, la genética se ha dividido en tres grandes ramas: **genética clásica** (también llamada genética mendeliana o de la transmisión), **genética molecular** y **genética de poblaciones**.

Dicha área de estudio es de especial interés para la formación de los alumnos en etapas tan significativas como es la Educación Secundaria. En el segundo curso de la etapa de Bachillerato se imparte un bloque de contenidos de naturaleza genética, basándose principalmente en la genética clásica y en la genética molecular.

Actualmente, la educación ha de orientarse hacia la adquisición de las competencias claves definidas por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España. Para ello, el enfoque constructivista es el más adecuado y el que mejores resultados está demostrando en el desempeño del estudiante. Para favorecer la aplicación de este enfoque y llevar a cabo la consecución de estas competencias, las metodologías activas se han postulado como las más efectivas, permitiendo que el alumno desarrolle sus habilidades y adquiera los conocimientos en el campo de la enseñanza de la materia (Sáez López, J.M., 2010).

2.2. Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.

Según la OCDE, la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología se compone de tres dimensiones principales. Estas pueden definirse del siguiente modo según Garrido y Simarro (2013):

1. La ***dimensión conceptual***. Esta dimensión consiste en adquirir los conocimientos básicos de la ciencia (hechos, conceptos, teorías y modelos) y su capacidad para saber aplicar dicho conocimiento en la interpretación de fenómenos.
2. La ***dimensión procedimental***. Esta dimensión recoge los aspectos prácticos, enfoques y habilidades del razonamiento científico, como es la toma de datos y su posterior análisis, el diseño de experiencias prácticas o el razonamiento inductivo característico de la disciplina científica.
3. La ***dimensión epistémica***. Esta última dimensión está basada en la comprensión de las bases teóricas, lógicas y sociales del conocimiento científico a través de las cuales se enriquece el conocimiento científico.

En los últimos años, se ha publicado una gran cantidad de trabajos relacionando el escaso aprendizaje y motivación en ciencia por el alumnado de educación secundaria y las metodologías tradicionales impartidas en el aula, como, por ejemplo, el abuso de las clases magistrales impartidas por el profesor. Estos modelos tradicionales vienen definidos por la transmisión y la reproducción de los contenidos, sin lograr llevar a cabo un aprendizaje profundo en el cual se comprenda y se relacionen los conocimientos aprendidos con nuestro entorno.

Debido a esta problemática en la docencia de la ciencia, actualmente se han desarrollado distintas metodologías que pretenden darle un rol significativamente más participativo al alumnado. Ejemplos de estas metodologías son:

- Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación (ECBI).
- Aprendizaje integrado de las Ciencias (STEM, en el acrónimo en inglés), como Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas.
- Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).

Estas metodologías facilitan y favorecen que el alumnado desarrolle estrategias para llevar a cabo la instrumentalización de las habilidades científicas, como identificar, construir y aplicar diferentes modelos científicos y adquirir la capacidad de transferirlos a la interpretación de fenómenos y a la resolución de problemas.

Actualmente, vivimos en la Sociedad de la Información, la cual se caracteriza por un ritmo de crecimiento exponencial en cuanto a la generación de conocimiento se refiere. Dicho conocimiento, en especial el conocimiento científico y su acelerada expansión, genera en los ciudadanos un sentimiento de delegación, es decir, es tan avanzado y tan abundante que los ciudadanos no se sienten capaces de asumir dicho conocimiento para aplicarlo en su vida diaria (Innerarity, 2011). Por ello, delegan esa responsabilidad del conocimiento científico en empresas, instituciones o expertos.

Debido a esta situación, diferentes instituciones (tanto estatales como europeas, incluso mundiales) reclaman un cambio en esta competencia científica, ya que ésta no puede seguir basándose en las habilidades de “interpretar fenómenos” o “tener conocimientos básicos que definen la ciencia” (Domènech-Casal, 2017). La nueva competencia científica debe postularse como la capacidad para tomar decisiones y ser hábiles para actuar en contextos de la realidad dirigidos por modelos científicos, así como por valores personales o sociales (Sanmartí, Burgoa, y Nuño 2011; OCDE 2013).

Para lograr este objetivo, se proponen diferentes marcos didácticos que, en resumen:

- Establezcan los conflictos cognitivos y se desarrollen las dimensiones de la competencia científica (definidas anteriormente como conceptual, procedimental y epistémica) en contextos híbridos en los que la ciencia se halla mezclada con otros conocimientos o valores.
- Propongan contextos conflictivos que permitan poner en práctica diferentes habilidades clave para la toma de decisiones, así como de la argumentación, uso de pruebas, modelización y justificación (Jiménez-Aleixandre 2010; Solbes, Ruiz y Furió 2010; Díaz y Jiménez-Liso 2012).

2.3. Inteligencia espacial

Howard Garner propuso, en 1983, el modelo de las inteligencias múltiples, entre la que se destaca la inteligencia espacial. Esta clase de inteligencia vendría definida como la obtención de una “vista de cómo se vería el objeto desde un punto que esté fuera de la posibilidad de la experiencia vivencial, lo que supone rotar y manipular el objeto mentalmente” (Dziekonski, M., 2012).

Piaget definió dos tipos de conocimientos relacionados con la inteligencia espacial. Al primero de ellos lo denominó *conocimiento figurativo*, el cual consiste en la retención de la configuración de la estructura de un objeto. Al segundo lo bautizó como **conocimiento operativo**, el cual persigue la transformación de la configuración del objeto en estudio. Para Piaget el desarrollo, la percepción y el entendimiento del espacio y cómo la estructura del objeto se configura en ella se logra con el tiempo, pero en los estadios de desarrollo de los alumnos de centros educativos infantiles, de educación primaria y de secundaria, resulta difícil expresar estos objetos en el espacio por medio de un código simbólico, siendo este un mapa, un plano, un dibujo o incluso una narración verbal en la que se describa al alumno la estructura tridimensional de un objeto. Si a esta dificultad intrínseca del alumnado en cuestión se añade el alto nivel de abstracción que deben lograr para comprender el funcionamiento y estructura de distintos componentes celulares o moléculas biológicas con un tamaño microscópico, el grado de comprensión del temario impartido en las aulas disminuye drásticamente.

2.4. Impresión en 3D

La impresión tridimensional se puede definir como un proceso en el cual se obtiene un modelo u objeto con volumen real y tangible de la estructura previamente diseñada digitalmente (figura 1). El producto final es diseñado para obtener una fiel copia impresa que permite, entre otras ventajas, valorar su funcionalidad, diseño, versatilidad, etc. La impresión 3D se ha postulado como una nueva forma de manifestar las ideas y conocimientos adquiridos por los alumnos de una forma creativa y tridimensional.



Figura 1. Ejemplo de impresora 3D. Fuente: Zortrax © 2018

Hasta hace algunos años, la impresión 3D se empleaba únicamente como una herramienta para el prototipado rápido en la industria para la creación de maquetas. Sin embargo, actualmente ha disfrutado de un rápido despliegue en el campo educativo, principalmente ocasionado por la disminución de los costes económicos de los materiales, así como una apuesta de programas gubernamentales cuyo fin consiste en el disfrute de esta tecnología y de su establecimiento en la sociedad del futuro cercano (Aritzondo Gorrotxategi, I., 2010).

Esta posibilidad de producir físicamente cualquier elemento básico o complejo, está permitiendo al usuario diseñar estructuras que suplan las necesidades detectadas en su campo de desempeño. Uno de los campos más explotados en la actualidad del mundo didáctico es la impresión 3D de estructuras relacionadas con los contenidos didácticos. Esto permitiría la realización de recursos educativos que, una vez diseñados virtualmente o impresos tridimensionalmente, pueden ser manipulados por el alumnado para poner en práctica los conocimientos y habilidades, además de extender y validar el conocimiento adquirido.

Para conseguir la estructura descrita anteriormente, se realiza la impresión 3D. Este proceso consiste en la superposición de capas sucesivas de la materia con la cual se va a generar la estructura. Comúnmente se emplea plástico extrusado mediante la fundición y la deposición en capas inferiores del mismo material que, ciclo tras ciclo, configuran el modelo tridimensional final. Previamente al comienzo del proceso de impresión, es necesario llevar a cabo un diseño digital del objeto mediante software específico para tal fin. El modelo de diseño más extendido es el denominado *modelo CAD* (siglas que provienen del inglés *Computer-Aided Design*) (<https://www.plm.automation.siemens.com/es/plm/cad.shtml>).

El diseño 3D realizado mediante computación permitiría trabajar con geometrías complejas que reflejen la naturaleza de los contenidos a impartir, en este caso, la genética. Por otro lado, destaca el gran crecimiento de las bases de datos online donde los diseñadores comparten con el resto de la comunidad sus propios modelos, por lo que las posibilidades para diseñar los objetos que suplan las necesidades del usuario son prácticamente infinitas.

El mecanismo de impresión 3D más extendido en la actualidad para su uso didáctico es la fabricación aditiva, que consiste en añadir el material en lugar de retirarlo o moldearlo. Este material es añadido capa a capa en cada ciclo para que la estructura adquiera gradualmente la conformación espacial de su diseño (García Alvarado, 2011). Dentro de este mecanismo, el modelado más extendido es el Modelado por Deposición Fundida (FDM), representado en la figura 2.

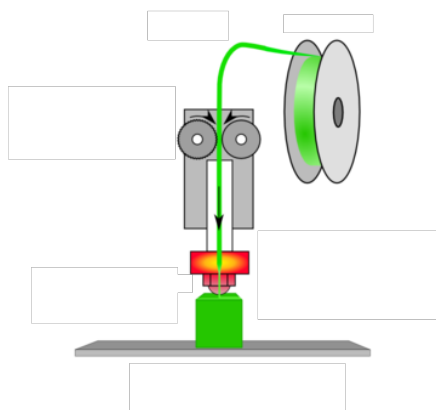


Figura 2. Modelado por deposición fundida (FDM). Fuente: <http://pablolucasinformatica.blogspot.com.es/2016/04/impresoras-3d.html>

2.5. Dificultades en la enseñanza de la biología molecular

Una de las grandes dificultades en la docencia de la ciencia es la existencia de múltiples concepciones alternativas en el alumnado, presentándose del mismo modo en los contenidos de base genética. Porras y Oliván (2013) recopilan distintos trabajos de otros autores que ponen de manifiesto las concepciones alternativas más destacadas en la docencia de la genética. A continuación, se enumeran distintas concepciones alternativas detectadas en las aulas y descritas por los autores;

1. No todos los seres vivos están formados por células.
2. No todos los seres vivos tienen genes y cromosomas.
3. Existe la creencia de que algunos organismos pueden tener cromosomas, pero no genes, lo que evidencia la confusión y el desconocimiento de dichas estructuras.
4. La información hereditaria sólo se encuentra en las células sexuales.

5. Cada célula posee la información genética necesaria para su propia función.
6. Los cromosomas sexuales sólo se encuentran en los gametos.
7. El ambiente puede influir en la aparición de un determinado carácter hasta el punto de considerar algunos alumnos que los factores ambientales tienen más influencia que los hereditarios.
8. Los alumnos no identifican ni relacionan correctamente la estructura y la función de los cromosomas.
9. No relacionan la estructura del material hereditario: genes, cromosomas y ADN.
10. La meiosis supone una importante dificultad durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la herencia biológica y los estudiantes no la relacionan con el proceso de formación de gametos ni con la resolución de problemas de genética.
11. Existen dificultades en relacionar el material hereditario con la síntesis de proteínas y con la expresión de la información genética.

Ausubel aseguraba que se aprende debido al hecho de que “los individuos perciben, piensan y actúan sobre el mundo basándose en las representaciones mentales que tienen sobre él”. En su trabajo, Rivière (1987) define a las representaciones como “algo que está efectivamente organizado, y cuyo modo de intervención no puede explicitarse con descripciones de intercambios bioquímicos, fisiológicos, etc., sino de formas de reconocimiento y representación” (Rivière, 1987, pág. 27). Complementariamente, Rodríguez (2000) analiza setenta trabajos en los que desentraña las mayores dificultades que se detectan en el campo de la enseñanza de las ciencias biológicas. De los setenta trabajos revisados, treinta estaban destinados al estudio del poder de la imagen como elemento didáctico y su utilidad en los procesos de cognición, los cuales trataban la imagen tanto desde un punto de vista externo, es decir, su modo de empleo para obtener beneficios en los procesos de aprendizaje, como desde un punto de vista interno. Esto último viene referido al avance de los procesos cognitivos que se siguen al trabajar con este elemento didáctico, por ejemplo, la capacidad de interpretar la complejidad que se representa con las imágenes, estrategias empleadas para su utilización (como la analogía), etc.

2.6. Recursos docentes aplicables a esta materia que podrían subsanar los problemas anteriormente descritos.

Hablar del modelado tridimensional en las aulas de los centros educativos implica hablar de participación por parte del alumnado y, según lo visto anteriormente, esta participación favorecerá el aprendizaje significativo del contenido impartido. Las metodologías activas son las protagonistas a la hora de la realización de las unidades didácticas donde el modelado tridimensional y esté presente.

Las metodologías que emplean el trabajo por grupos permiten la amplia participación de los alumnos con sus compañeros, todos ellos enfocados a la obtención de un modelo tridimensional que permita comprender profundamente la estructura y funcionamiento de los distintos componentes biológicos que se ven durante las clases de Biología y Geología. La cooperación y colaboración entre los alumnos les permitirá llevar a cabo la transferencia de los conocimientos que cada miembro del equipo tiene hacia los restantes componentes de su propio grupo de trabajo (Nuñez Ircio, J., 2017). Esto favorecerá su grado de autoaprendizaje, la interdisciplinariedad, y otras habilidades relacionadas con la competencia social y cívica recogida en la LOMCE.

Dentro de esta metodología activa, fomentar la participación de todos los alumnos del aula realizando preguntas directas y generales permite detectar concepciones erróneas y reforzar aquellos contenidos teóricos adquiridos mediante la explicación del profesor o por la indagación realizada por ellos mismos.

Entre las distintas metodologías didácticas aplicadas en las aulas de los centros educativos de todo el globo, y que pueden ser potencialmente aplicadas para la utilización de modelos tridimensionales en las aulas de biología de los centros educativos, se destacan las siguientes:

- ***Aprendizaje Basado en Proyectos:*** la llegada de las TICs a los colegios ha permitido el desarrollo de nuevas metodologías de enseñanza, donde una de las más utilizadas en clase actualmente es el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). En su esencia, el ABP permite a los alumnos adquirir conocimientos y competencias clave a través de la elaboración de proyectos que dan respuesta a problemas de la vida real. En esta metodología, el punto de partida consiste en un problema concreto y real (en lugar del modelo teórico y abstracto tradicional). Esto le permitirá al alumnado desarrollar las competencias complejas como el pensamiento crítico, la comunicación, la colaboración o la resolución de problemas.

- ***Aprendizaje Basado en Problemas:*** Este tipo de metodología activa consiste en una estructura de aprendizaje cíclico compuesta de varias fases diferentes, comenzando por realizar cuestionamientos y adquirir conocimientos que, a su vez, dirigirán al alumno a realizarse nuevas preguntas más avanzadas en complejidad. La puesta en práctica de esta metodología supone la búsqueda por parte de los alumnos, además de la dotación de significado del contenido encontrado en dicha búsqueda para su posterior aplicación en la resolución de la situación de partida propuesta. De acuerdo con múltiples pedagogos, las cuatro grandes ventajas observadas con el uso de esta metodología son:
 - El desarrollo del pensamiento crítico y competencias creativas.
 - La mejora de las habilidades de resolución de problemas.
 - El aumento de la motivación del alumnado.
 - La mejor capacidad de transferir conocimientos a nuevas situaciones.

- ***Aprendizaje Colaborativo:*** distintos pedagogos y docentes emplean esta metodología en sus aulas, ya que afirman que trabajar en grupo mejora la atención, la implicación y la adquisición de conocimientos por parte de los alumnos. Para poner en práctica esta metodología, se propone la realización de grupos de 3 a 6 alumnos, donde se le otorgará a cada componente un rol específico que permita lograr los objetivos propuestos. La principal característica es que se estructura en base a la formación de grupos de entre 3-6 personas, donde cada miembro tiene un rol determinado y para alcanzar los objetivos es necesario interactuar y trabajar de forma coordinada. El objetivo final es común y logrará siempre y cuando cada uno de los miembros realice con éxito sus tareas.

- ***Flipped Classroom:*** esta modalidad es una de las metodologías modernas que ha ganado más popularidad en los últimos años. Consiste en un modelo pedagógico en el que los contenidos tradicionalmente impartidos por el profesor en el aula son estudiados en casa y luego, en el aula, se revisan y trabajan para fortalecer los conocimientos adquiridos. El principal objetivo de esta metodología es optimizar el tiempo en clase dedicándolo, por ejemplo, a atender las necesidades especiales de cada alumno, desarrollar proyectos cooperativos o trabajar por proyectos.

Estas metodologías pueden ser convenientes para aplicarlas en las aulas de biología de los centros educativos. La combinación de este tipo de metodologías activas con la utilización de los modelos tridimensionales permitirá al alumnado llevar a cabo un enfoque más profundo en sus conocimientos sobre la biología frente al que puedan obtener haciendo uso de las metodologías tradicionales de enseñanza.

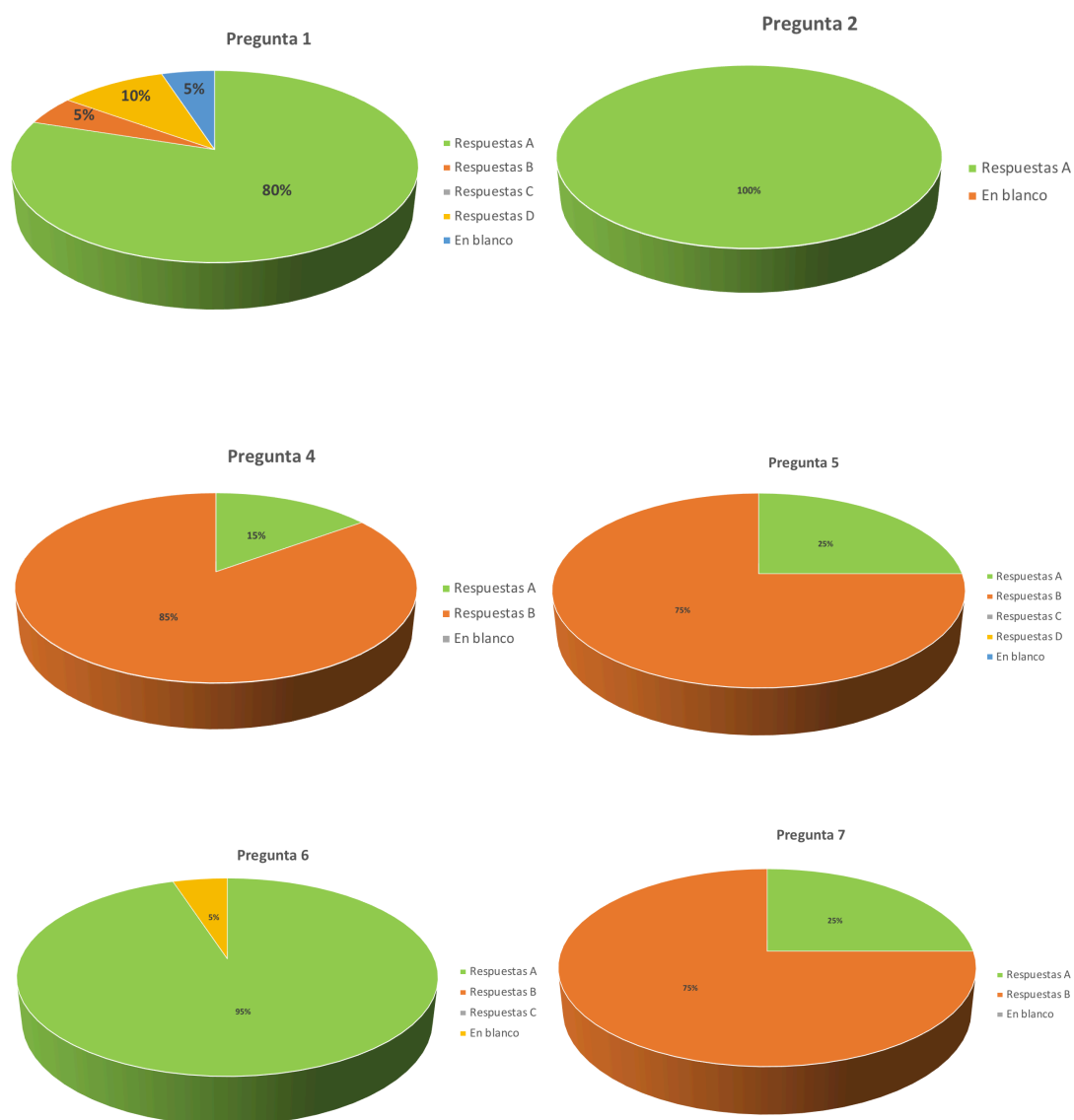
2.7. Recopilación de información de directa de alumnos y docentes mediante encuestas.

En el presente trabajo, se realizará una encuesta inicial al alumnado encomendado al autor del presente trabajo durante su formación como docente en el centro educativo IES Canarias Cabrera Pinto, situado en la ciudad de San Cristóbal de La Laguna en la isla de Tenerife (Canarias). En esta encuesta se recogerán las respuestas de las expectativas de los alumnos frente a los usos potenciales de los modelos tridimensionales para su uso en las aulas educativas.

Esta valoración permitirá detectar puntos débiles en el diseño de los propios modelos y evaluar las necesidades que los alumnos demandan para comprender la configuración y funcionamiento de las moléculas implicadas en procesos celulares. Esta encuesta permitirá detectar las necesidades que presenta el alumnado del centro educativo respecto a la representación tridimensional de distintos modelos científicos, por lo que se procedió a la realización de dicha encuesta en la cual se consultaban distintos aspectos sobre la utilización de los modelos tridimensionales y su posterior empleo como estructura 3D impresa con la infraestructura descrita anteriormente. La encuesta consistió en 13 cuestiones en las que se combinaron preguntas de tipo test con múltiples respuestas o preguntas en las que se solicitaba una pequeña frase de respuesta. Dicha encuesta se realizó a los grupos de 1º de Bachillerato durante la impartición de la clase de Biología y Geología y al grupo de 2º de Bachillerato de Biología. Es de destacar, que, en este centro, localizado en una zona donde el nivel adquisitivo de las familias es medio y presenta recursos comparables a cualquier otro centro de la isla de Tenerife, se dispone de una impresora 3D proporcionada por la Conserjería de Educación del Gobierno de Canarias. Alumnos de diferentes cursos anteriores obtienen formación y realizan proyectos relacionados con el modelado e impresión 3D en sus clases de la asignatura de Tecnología, proporcionando una serie de conocimientos previos a los alumnos encuestados.

Esta encuesta fue redactada con un lenguaje claro, directo y cercano, de modo que los alumnos pudieran comprender los aspectos que se encuestaban (ver anexo 1). La encuesta fue elaborada con la herramienta *Google Forms*, la cual permite el diseño de rápidos y sencillos cuestionarios que, de una manera virtual o física, se les puede proporcionar a los usuarios de la misma.

La encuesta fue bien recibida por los estudiantes, de los cuales participaron 20 alumnos en el curso de Biología y Geología de 1º de Bachillerato y por 13 alumnos en el curso de Biología de 2º de Bachillerato. El recuento de las respuestas obtenidas en el grupo de 1º de Bachillerato (figura 3) en las preguntas tipo test se muestra en las distintas gráficas que se representan a continuación.



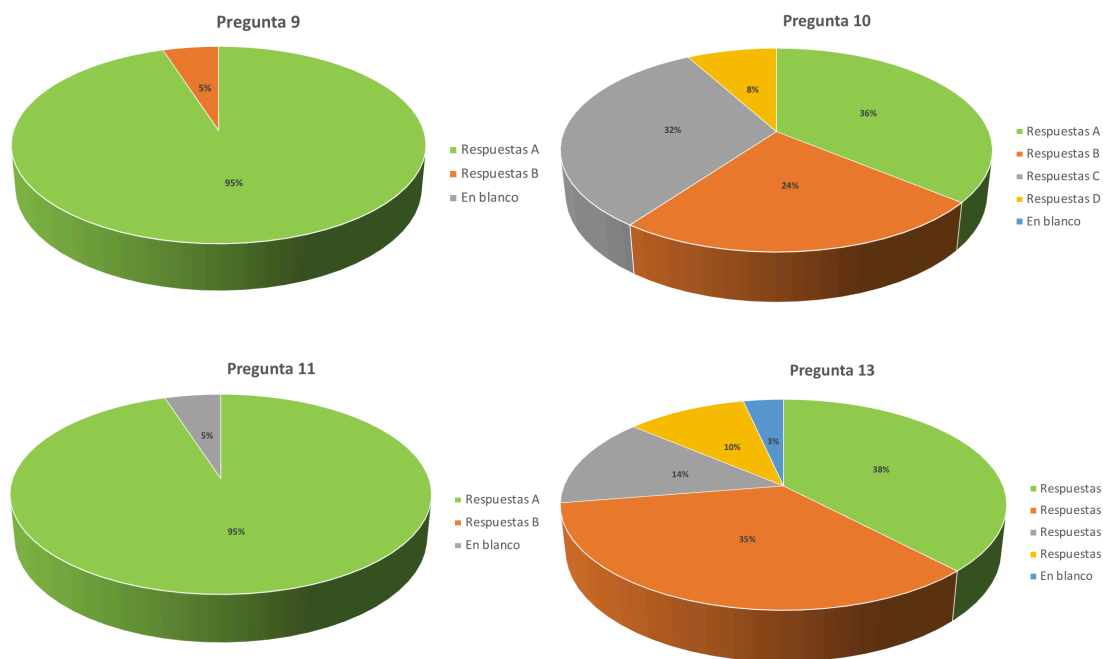


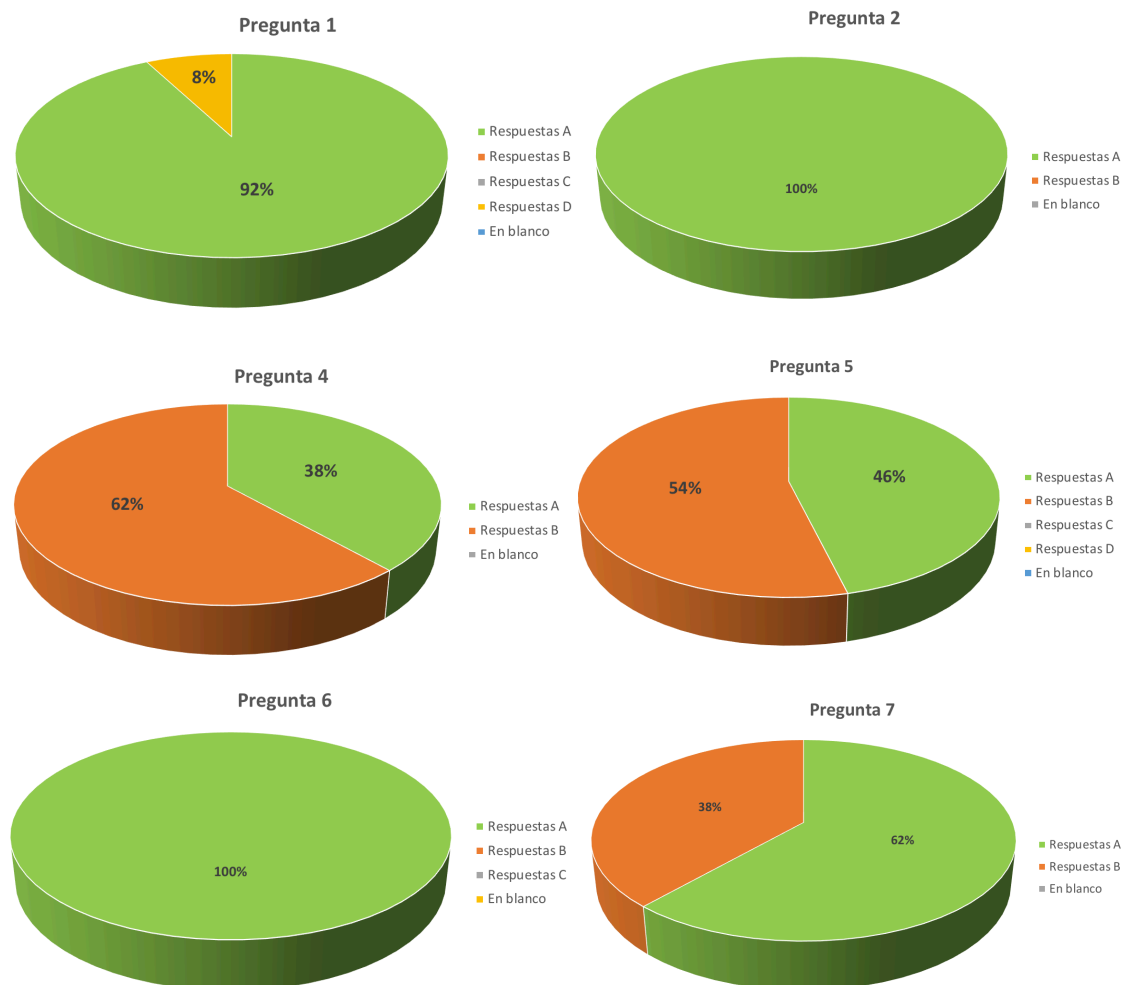
Figura 3. Gráficos de sectores con resultados de las respuestas a las cuestiones planteadas en las encuestas para el grupo de 1º de Bachillerato. Fuente: elaboración propia.

En las cuestiones de tipo desarrollo, se registraron respuestas muy similares entre los alumnos:

- **Pregunta 3:** se obtuvieron respuestas relacionadas con la caracterización tridimensional de las moléculas y estructuras que ven en clase. Las respuestas concretas obtenidas fueron “visualización de la estructura”, “obtención de todas sus perspectivas”, “ayudaría a estudiar las estructuras de las células, tejidos, etc.”, “comprender más fácilmente el funcionamiento o la forma de lo que se estudia” y “aumentar mi inteligencia espacial, es decir, comprender y visualizar las figuras tridimensionales y demás”. Para esta pregunta se obtuvieron dos respuestas en blanco.
- **Pregunta 8:** entre las principales dificultades que los alumnos manifiestan para el desarrollo de modelos tridimensionales virtuales se registraron respuestas relacionadas con el “coste económico”, “tiempo para desarrollar un modelo tridimensional” o “formación necesaria para llevarlos a cabo”.
- **Pregunta 10:** en esta pregunta tipo test, la opción d permite proponer otra situación en la que aplicar los modelos tridimensionales. Las respuestas obtenidas en esta opción señalaban a todas las demás opciones con la frase “todas las anteriores”.

- Pregunta 12: las respuestas obtenidas estaban relacionadas con la aplicación del modelado 3D para la representación de estructuras celulares, moléculas biológicas, mecanismos celulares, órganos o partes más amplias del cuerpo humano.

Respecto al alumnado de la asignatura de Biología correspondiente al 2º curso de Bachillerato, se obtuvieron respuestas más meditadas en las que, las respuestas relacionadas con las aplicaciones eran más amplias respecto al 1º curso encuestados (figura 4). Se encuestó a los 13 alumnos componentes de esta asignatura en los cuales se detectó que, al ser los alumnos más veteranos dentro del centro educativo, y teniendo en cuenta la reciente llegada de la impresora 3D al centro, no habían empleado ni recibido formación acerca de la realización de modelado tridimensional ni sobre la impresión 3D. Por consiguiente, las respuestas a las preguntas tipo test fueron las siguientes:



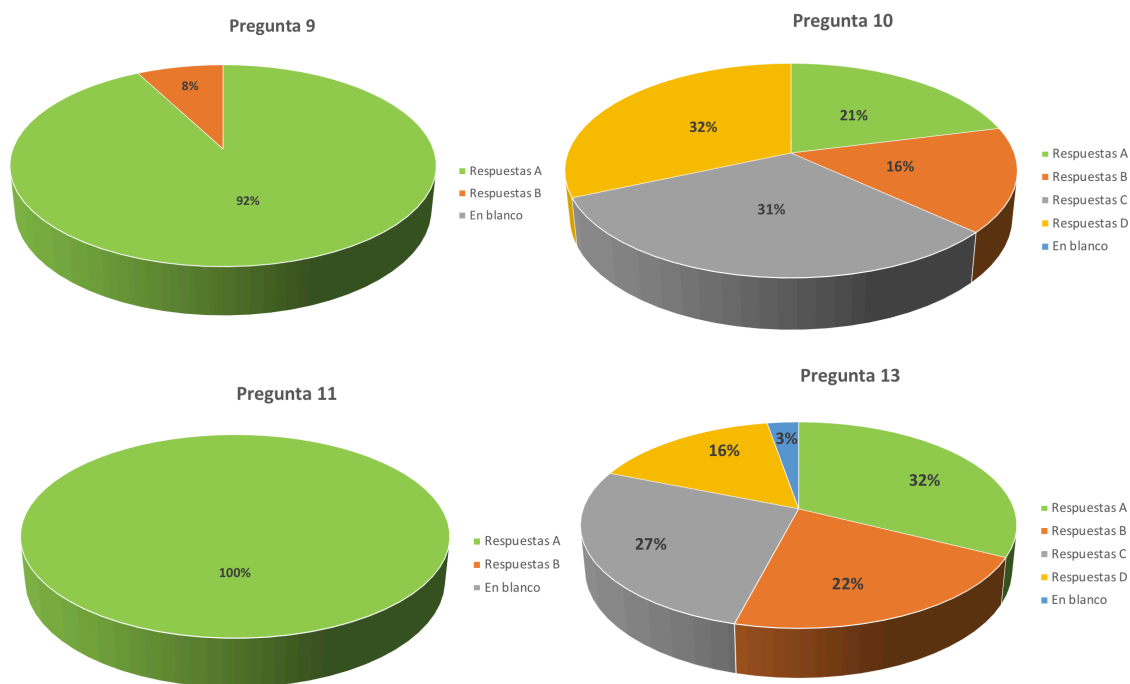


Figura 4. Gráficos de sectores con resultados de las respuestas a las cuestiones planteadas en las encuestas para el grupo de 2º de Bachillerato. Fuente: elaboración propia.

Del mismo modo que para los alumnos de 1º de Bachillerato, se registraron las respuestas a las cuestiones de tipo respuesta corta.

- **Pregunta 3:** En esta pregunta se obtuvieron respuestas relacionadas, de nuevo, con la perspectiva tridimensional de las estructuras que se han visto en clase. Algunas respuestas literales fueron “comprender mejor como funciona gracias a la visualización de la estructura”, “visualizar su estructura” o “mejorar el entendimiento observando la perspectiva tridimensional”.
- **Pregunta 8:** las respuestas registradas en esta pregunta fueron similares a las obtenidas en el curso de Biología y Geología de 1º de Bachillerato. Algunas de ellas fueron “coste económico”, “tiempo para realizar un modelo tridimensional”, “formación para llevarlos a cabo” y aspectos más técnicos como “el diseño, los programas” o “la capacidad de computo del ordenador para su diseño”
- **Pregunta 10:** El resultado obtenido fue el mismo que en el 1º curso de Bachillerato en la asignatura de Biología y Geología, con la salvedad de una respuesta diferente cuya indicación fue “clase diaria”.

- Pregunta 12: En esta pregunta, las respuestas fueron, en cierto grado, más avanzadas que las obtenidas en el curso anterior, posiblemente debido al temario más avanzado y detallado en este curso. Algunas de estas respuestas fueron “estructuras celulares”, “moléculas biológicas” o “hélice de ADN”.

Mediante las respuestas registradas para ambos cursos encuestados, se obtiene un conocimiento compartido sobre los conceptos básicos relacionados con la tecnología de modelado e impresión 3D, como se puede observar a través de las respuestas registradas en las preguntas 1 y 6.

Esta encuesta pone de manifiesto la percepción, aún en día, estrictamente industrial y avanzada que tiene el alumnado sobre esta tecnología, especialmente los alumnos del último curso de bachillerato que, por cuestiones temporales, no han establecido contacto directo con la impresión 3D ni con los modelos tridimensionales, al contrario que sus compañeros de primer curso de bachillerato. Las respuestas más notables respecto a su uso demuestran el desconocimiento actual que presenta el alumnado del centro IES Canarias Cabrera Pinto en la realización de modelos tridimensionales, puesto que el coste económico a veces se suprime gracias al diseño y publicación de software libre que permite la utilización de estos recursos por parte de la comunidad educativa. Por otro lado, las capacidades de computo disponibles para el alumnado en las aulas de informática de los Centros Educativos de la Comunidad Autónoma de Canarias no presenta limitación alguna para el desarrollo de estructuras tridimensionales básicas que pueden ser utilizadas en su aplicación para la impartición del currículum específico para el área de Biología y Geología.

El alumnado encuestado también ha demostrado, a través de dicha encuesta, que las aplicaciones de la tecnología tridimensional en las aulas les aportaría muchísimos beneficios que permitirían, a los profesores en general, y a los de Biología y Geología y Física y Química, mejorar la impartición de los contenidos mediante la explicación asistida por estos modelos tridimensionales, tanto virtuales como físicos. Estas materias, como se señala anteriormente, presentan un contenido altamente abstracto para el alumnado, de modo que obtener una representación tridimensional gráfica que les permita obtener esta perspectiva ampliada frente a la metodología tradicional, les aportaría innumerables beneficios que posteriormente se reflejarían en los resultados obtenidos de las pruebas evaluativas.

Por otro lado, se manifiesta la amplia disposición del alumnado a formarse en las distintas técnicas de modelado virtual tridimensional para, posteriormente, aplicarlos a distintas situaciones de su vida académica como pueden ser los trabajos, proyectos o experimentos que pueden llevar a cabo en las aulas de ciencias.

2.8. Potenciales usos de modelos tridimensionales en las aulas

Entre las principales ventajas con las que cuenta el uso de modelos en 3D candidatos a impresión es el corto periodo de tiempo requerido para obtener el producto final, permitiendo pasar de una estructura virtual tridimensional a un objeto físico con las mismas características (figura 5). Sin embargo, es necesario modelar previamente la pieza para poderla imprimir, siendo un paso común a desarrollar con las técnicas de fabricación tradicionales.

En el campo de la genética, la elaboración de los modelos tridimensionales se caracteriza por una cierta complejidad en la fase de diseño. Las moléculas proteicas presentan unas estructuras helicoidales características denominadas α -hélice, las cuales presentan una cierta dificultad en su etapa de confección.

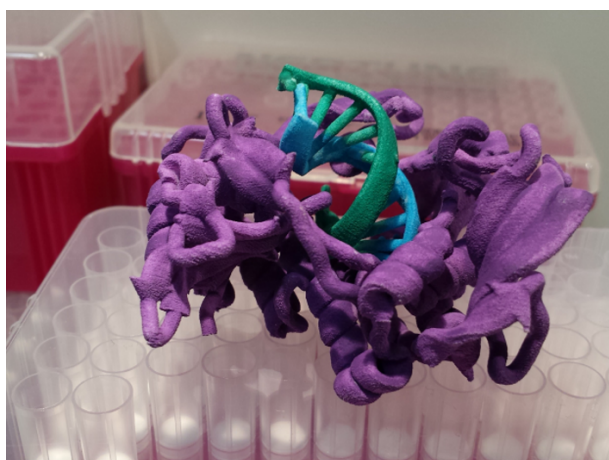


Figura 5. Modelo tridimensional ensamblado de la polimerasa de ADN (proteína encargada de la replicación del ADN). Fuente: <https://www.shapeways.com/product/HW92GQZ43/phi29-polymerase>.

No obstante, los modelos tridimensionales pueden llevarse a cabo con diferentes niveles de detalle para una molécula biológica determinada, en otras palabras, cuanto mayor sea el nivel de detalle se desee, mayor complejidad tendrá la estructura tridimensional. En la figura 6 se puede observar el gran detalle del que disfruta el modelo tridimensional que refleja la estructura de la polimerasa de ADN.



Figura 6. Modelo tridimensional desensamblado de la polimerasa de ADN. Fuente: <https://www.shapeways.com/product/HW92GQZ43/phi29-polymerase>

Estos modelos tridimensionales impresos pueden diseñarse para llevar a cabo su posterior ensamblaje una vez que se han impreso todas las piezas que constituirán el modelo. Esta versatilidad es la responsable de la mejora de los procesos de aprendizaje de los alumnos, gracias a la recreación de los procesos biológicos en los que participa la molécula seleccionada para su modelado. En la figura 6, se muestra una estructura tridimensional que permitiría disfrutar de esta ventaja. Los alumnos interactuarían con esta estructura durante las clases de Biología para observar cómo participa esta molécula en el proceso biológico del metabolismo de ADN. Para ello, deberían señalar cada uno de los componentes del complejo ADN-proteína y el lugar en el cual se ancla la molécula de ADN para llevar a cabo el proceso de replicación.

2.9. Recursos para la implementación de modelos 3D en el aula

En la actualidad, hay una gran gama de programas dedicados al diseño y modelado tridimensional que puede llevarse a cabo en cualquier ordenador disponible en las aulas de informática de los centros educativos. Para ello, no se requieren grandes capacidades de computación ni amplios conocimientos informáticos para lograr confeccionar un modelo tridimensional de los componentes celulares.

Cada vez son más las instituciones educativas que se suman o se ven obligadas a emplear software libre o de licencia gratuita (figura 7). Este tipo de programa informático permite explotar diferentes características para el diseño 3D de estructuras o moléculas involucradas en los procesos genéticos en el interior celular.

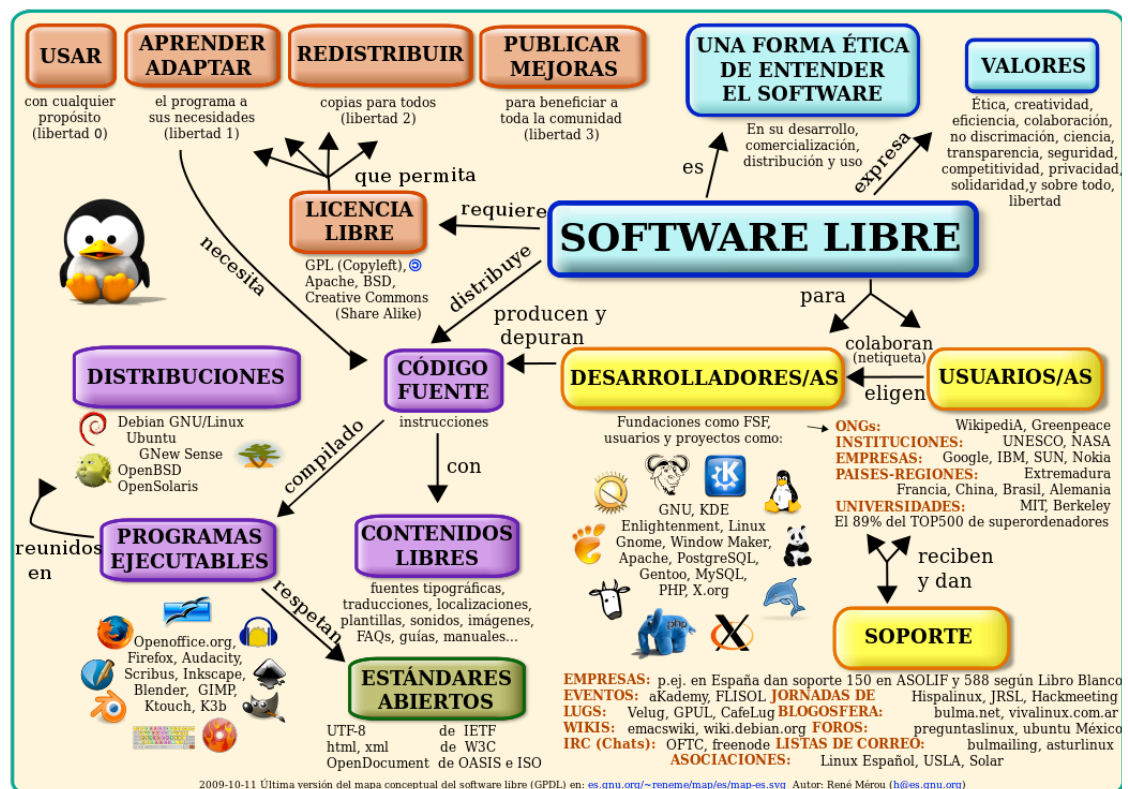


Figura 7. Mapa conceptual de software libre. De acuerdo con la definición establecida por Richard Stallman, un software es "libre" cuando garantiza las siguientes libertades: a) libertad de usar el programa, con cualquier propósito (uso), b) libertad de estudiar cómo funciona el programa y modificarlo, adaptándolo a las propias necesidades (estudio), c) la libertad de distribuir copias del programa, con lo cual se puede ayudar a otros usuarios (distribución), d) la libertad de mejorar el programa y hacer públicas esas mejoras a los demás, de modo que toda la comunidad se beneficie (mejora). Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mapa_conceptual_del_software_libre.svg

A continuación, se enumeran distintos programas informáticos de uso libre que pueden ser empleados para la confección de modelos tridimensionales que posteriormente serán candidatos a impresión 3D:

- **Microsoft Paint 3D:** este software se puede descargar e instalar gratuitamente. Supone una gran evolución en el sistema operativo Windows, permitiendo de un modo muy sencillo crear modelos tridimensionales integrando distintos dispositivos como lápices digitales o pantallas digitales, habituales en los dispositivos escolares.
- **SketchUp:** se trata de un software bastante conocido entre los diseñadores de imágenes tridimensionales. Tiene una versión de pago y una versión completamente gratuita pensada para el usuario que quiere realizar diseños tridimensionales que luego buscan expórtalos a una estructura física mediante impresión 3D. Esta herramienta cuenta con un punto a favor muy importante, el cual consiste en la amplia comunidad que se ha creado en

torno a este programa informático, incluyendo tutoriales de iniciación y contenido para todo tipo de niveles.

- **Blender:** este programa informático de uso libre se caracteriza por su gran versatilidad, estableciéndose como herramienta profesional en los diferentes continentes del planeta. Mediante la comunidad creada en torno a Blender, se puede adquirir una gran cantidad de material para comenzar a crear los diseños más básicos e ir subiendo en la escala de complejidad.
- **123D Design:** se trata de un software gratuito para modelar libremente y que cuenta con una galería de más de 10.000 modelos que se pueden visualizar y descargar. Al igual que con los programas informáticos anteriormente descritos, la sección de tutoriales será imprescindible para dar los primeros pasos en este software orientado a la impresión 3D.
- **Customizer:** Esta herramienta es una plataforma web en la que se puede diseñar, crear y compartir productos en 3D, modificando los ya existentes o añadiéndolos nuevos. Teniendo en cuenta los millones de artículos que existen en esta comunidad y lo sencillo que es utilizar esta aplicación, se puede incluir como una actividad en clase; además, es todavía más fácil exportar el diseño para materializarlo a través de una impresora 3D. Especialmente interesantes son las opciones de educación que proponen en Thingiverse, sus creadores, y que pueden brindar ideas a los docentes para aplicar las herramientas en sus aulas.

2.10. Análisis comparativo de las metodologías descritas para la aplicación de modelos tridimensionales en el aula

Trabajar con modelos virtuales tridimensionales en el aula supone la introducción de un nuevo elemento para la docencia de los contenidos recogidos en los currículums oficiales. Como se ha expresado anteriormente, las metodologías activas son la mejor opción para emplear dichos modelos en las sesiones con los alumnos, favoreciendo que sean ellos mismos los que lleven a cabo un aprendizaje profundo en cuanto a estructuras celulares, moléculas biológicas o procesos celulares que se imparten en el temario.

Sin embargo, no todas las metodologías activas pueden adaptarse del mismo modo ni con los mismos beneficios para el uso de las estructuras tridimensionales virtuales. Por ello, se llevará a cabo un análisis comparativo de las metodologías activas descritas en el apartado anterior y se seleccionó una combinación de ellas como candidata para llevar a cabo la propuesta de intervención.

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) presenta una serie de ventajas frente a la metodología tradicional para el uso de los modelos tridimensionales, puesto que permitiría la realización de un proyecto en el que se solicite a un grupo de alumnos formado por 3-6 compañeros el modelado tridimensional de una estructura celular o una molécula biológica como el ADN. Este objetivo común para ellos les permitirá realizar una búsqueda bibliográfica y de diferentes imágenes que serán necesarias para que ellos lleven a cabo su proyecto. De este modo, durante su diseño, aprenderían todos sus detalles y funcionamiento para luego ser expuesto ante la clase, con lo cual, se puede llevar a cabo una transferencia de conocimiento entre los compañeros.

El Aprendizaje Basado en Problemas no es considerado tan adecuado como el Aprendizaje Basado en Proyectos para su utilización en el aula. La principal desventaja en esta situación vendría dada por el gran desconocimiento y poca información que se presenta sobre el modelado tridimensional para alumnos de Educación Secundaria. Diferentes autores han señalado que la aplicación de esta metodología puede suponer un gran estrés en los alumnos si estos no presentan conocimientos previos sobre el problema propuesto a solucionar (Morales, P. et al., 2004), (Morral, A. et al., 2002).

La metodología Flipped Classroom se ha propuesto como una de las más aplicadas en los últimos años en los diferentes centros educativos de todo el globo. Sin embargo, su aplicación presenta diferentes desventajas comparadas con otras metodologías como el aprendizaje basado en proyectos. Una de estas desventajas consistiría en solicitar al alumnado que se aprenda el temario en su casa para, al día siguiente, revisar lo aprendido en clase. Muchos alumnos, en especial aquellos matriculados en los primeros cursos de la Educación Secundaria, no cumplirían con esta premisa. Por otro lado, en los cursos más avanzados (como es el caso de los alumnos matriculados en bachillerato), apenas dedicarían tiempo para aprender el temario en casa, puesto que muchos de ellos, en especial los de 2º curso de bachillerato, se encuentran en momento de saturación y estrés debido a la presión constante de la obtención de buenos expedientes para su baremo en la Evaluación de Bachillerato para el Acceso a la Universidad (EBAU). Por consiguiente, esta metodología no sería aplicada en el diseño de la propuesta de intervención.

El Aprendizaje Colaborativo demuestra grandes potenciales para ser usado gracias al trabajo por grupos, característica compartida con la metodología Aprendizaje Basado en Proyectos. A través de esta metodología, el alumnado, agrupado en pequeños grupos de 3 a 6 personas fijaría un objetivo común y cada uno de ellos se encargaría de la realización de una tarea específica que, puesta en conjunto, favorecería el alcance del objetivo establecido.

Según este breve análisis, la mejor metodología para ser impartida en las aulas consistiría en una combinación de las metodologías Aprendizaje Basado en Proyectos con Aprendizaje Colaborativo. Mediante esta metodología se permitiría la utilización de las diferentes herramientas de diseño (de uso libre) para la confección de un modelo virtual tridimensional básico que ellos mismos podrían realizar para sus trabajos, proyectos, etc. A su vez, el alumnado llevaría a cabo un aprendizaje más profundo respecto al que sería adquirido con una metodología tradicional basada en la clase magistral. Complementariamente, serían los mismos alumnos los cuales, a través de la transferencia de conocimientos, pueden eliminar las concepciones erróneas. Este tipo de metodología activa, según diversos autores, permitiría los alumnos que desarrollen habilidades y competencias tales como colaboración, planteamiento de proyectos, comunicación, toma de decisiones y manejo del tiempo a la par que aumenta su motivación y participación en el aula, asistencia al centro educativo y muestran una mejor disposición para realizar las tareas. Con esta metodología combinada se persigue que los alumnos mejoren su satisfacción con el aprendizaje y se preparen mejor para afrontar situaciones reales que se encontrarán en su futuro laboral. Las ventajas de esta metodología activa combinada favorecerán que los estudiantes hagan uso de sus habilidades mentales en lugar de memorizar datos en contextos aislados, sin conexión, permitiéndoles ver más allá de una simple imagen e incitando a que busquen el significado de las distintas partes celulares o de las moléculas involucradas en los procesos biológicos para que, de ese modo, sean capaces de relacionar los contenidos que se ven en las aulas con la realidad.

3. Propuesta de intervención

El presente Trabajo de Fin de Máster consiste en el diseño de una Propuesta de Intervención en la cual se haga uso de los modelos virtuales tridimensionales en las aulas para la mejora de la impartición de los contenidos recogidos en el currículum de Biología para los cursos de Bachillerato. Dicha Propuesta de Intervención ha nacido con el objetivo de poder establecer un nuevo recurso didáctico en las aulas del cual los alumnos pueden llegar a hacer uso en cualquier momento de su vida académica o laboral para poder realizar representaciones tridimensionales, aspecto muy demandado actualmente en todos los ámbitos de la sociedad. Esta Propuesta de Intervención está diseñada para ser realizada en varias sesiones, tanto dentro del horario lectivo del centro educativo como en horario extraescolar.

3. 1. Primeros pasos

Los resultados de la encuesta realizada y mostrados en apartados anteriores demuestran que la mayoría de los alumnos no han empleado nunca modelos tridimensionales ni impresos en 3D (un 85% del alumnado de 1º de Bachillerato y un 62% del alumnado de 2º de Bachillerato). Por ello, a la hora de introducir los conceptos necesarios para que los alumnos se familiaricen con esta tecnología, suele ser recomendable hacer uso de ejemplos cotidianos y cercanos a los alumnos para facilitar que relacionen dichos ejemplos con las actividades que tendrán que realizar. Esto permitirá llevarles a alcanzar niveles de abstracción más altos que favorecerán el desarrollo de sus habilidades requeridas para lograr los objetivos establecidos. Lógicamente, surgirán dudas en los alumnos en el momento de la impartición de estos contenidos, por lo que es efectivo que los propios alumnos interactúen entre sí y contesten a sus propios compañeros, permitiendo al profesor evaluar simultáneamente los conocimientos de aquellos alumnos que crean haber entendido la cuestión planteada por sus compañeros. Se espera que este mecanismo llegue a ser más eficaz que la respuesta del propio profesor, puesto que, al interactuar entre iguales el grado de entendimiento se postula como superior, además de permitir un aprendizaje más significativo.

Dado que la metodología seleccionada para la utilización de los modelos tridimensionales en el aula parte de una combinación compuesta por Aprendizaje Basado en Proyectos y Aprendizaje Colaborativo, las actividades que se planteen para la impartición del temario recogido en el currículum oficial para las asignaturas de Biología deben estar adaptadas a estas metodologías. En otras palabras, las actividades deben facilitar el desarrollo de las habilidades que posteriormente serán puestas en

prácticas por los alumnos para la resolución del proyecto propuesto y, en un futuro, a su vida laboral para poder trabajar integrados en un equipo donde generalmente se ponen en marcha tareas diversas para alcanzar objetivos comunes.

Dada las características de los alumnos encuestados, se diseñarían las actividades para la puesta en marcha de esta propuesta de intervención de modo que los alumnos más aventajados o con experiencia en modelado tridimensional se agruparan con los compañeros que desconocen en gran parte esta tecnología. De este modo, es el propio grupo el que se nivela en base a la capacidad de cada uno de los miembros. Esta forma de agrupamiento fomentaría el trabajo cooperativo, otorgando al profesor un papel de guía, donde los propios alumnos son los verdaderos protagonistas de su proceso de aprendizaje.

En cuanto al temario a impartir, los profesores se basarán en sus unidades didácticas establecidas en base a los currículums oficiales, con la salvedad de que los elementos gráficos relacionados con estructuras celulares o moléculas biológicas involucradas en los diversos procesos metabólicos que se imparten en las aulas no estarían representados en un plano sino en un ambiente tridimensional. Para ello, se hacen indispensables diferentes recursos que se recogen en el siguiente apartado. Es de destacar que la presente propuesta de intervención se basa en el uso de modelos tridimensionales relacionados con la biología, y no con la impresión 3D. Esta última puede ser incorporada en aquellos centros educativos que disfruten de la infraestructura requerida para llevar a cabo impresiones de estructuras 3D. Estos modelos virtuales pueden ser candidatos a dicho proceso tridimensional, ya que los formatos con los que se trabaja en el modelado tridimensional son compatibles para su posterior impresión con estos dispositivos.

Entre los objetivos de esta propuesta figuran los siguientes:

- Aprender los conceptos básicos en modelado tridimensional.
- Comprender las potenciales aplicaciones académicas que tiene esta tecnología.
- Tener una primera toma de contacto con el software necesario para la confección de un modelo tridimensional básico.

- Realizar un diseño de una molécula y una breve explicación de su funcionamiento.
- Dar unas nociones básicas sobre la impresión 3D.

3.2. Objetivos

El objetivo principal contemplado en esta Propuesta de Intervención se basa en un primer acercamiento y profundización en las técnicas de modelado virtual del alumnado a través de contenidos biológicos. Este objetivo viene motivado por la necesidad de comprensión del alumnado sobre el funcionamiento y estructura de diversas moléculas biológicas que intervienen en procesos celulares que se han explicado en las aulas de biología durante diversos años. A través de esta aproximación, el alumnado será competente para el diseño y desarrollo de modelos virtuales básicos confeccionados por ellos mismos y basados en diferentes moléculas biológicas mencionadas en el aula de Biología.

Es lógico que, ante la novedad de esta tecnología y sus diferentes aplicaciones industriales, el modelado virtual es actualmente una de las principales vías de comunicación sobre las características del objeto que se quiere representar. La utilización de los diferentes efectos beneficiosos del trabajo con esta tecnología en el aula de biología permitirá a los alumnos llevar a cabo una mayor comprensión del funcionamiento de dichas moléculas y cómo a través de su estructura tridimensional son capaces de llevar a cabo la función para la que están diseñadas en los diferentes procesos celulares.

3.3. Competencias

Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT):

La materia de Biología pone de manifiesto el carácter funcional de los aprendizajes matemáticos, el lenguaje matemático permite cuantificar los fenómenos del mundo físico, la naturaleza del conocimiento científico requiere definir magnitudes relevantes, realizar medidas, relacionar variables, establecer definiciones operativas, interpretar y representar datos y gráficos. Así como, extraer conclusiones y poder expresarlas en el lenguaje verbal y simbólico de las matemáticas y en sus formas específicas de representación.

Desde la Biología se desarrolla la habilidad para desenvolverse adecuadamente en ámbitos muy diversos de la vida (salud, alimentación, consumo, etc.). A través de esta materia el alumnado se inicia en las principales estrategias de la metodología científica tales como: la capacidad de indagar y de formular preguntas, de identificar el problema, formular hipótesis, planificar y realizar actividades para contrastarlas, observar, recoger y organizar la información relevante, sistematizar y analizar los resultados, extraer conclusiones y comunicarlas. Se trata en definitiva de aplicar estas estrategias a la resolución de problemas de la vida cotidiana.

Competencia digital (CD):

A través de la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación para la búsqueda, selección, tratamiento y presentación de información como procesos básicos vinculados al trabajo científico, así como para simular y visualizar fenómenos que no pueden realizarse en el laboratorio o hechos de la Naturaleza de difícil observación. Se trata de un recurso imprescindible en el campo de las ciencias experimentales.

Competencia Aprender a aprender (AA):

Está asociado a la forma de construir el conocimiento científico. Esta competencia tiene que ver tanto con contenidos propios de la Biología y Geología, como con el desarrollo de actitudes positivas hacia el progreso científico.

La capacidad de aprender a aprender se consigue cuando se aplican los conocimientos adquiridos a situaciones análogas o diferentes. El avance de la ciencia y su contribución a la mejora de las condiciones de vida ha sido posible gracias a actitudes que están relacionadas con la competencia para aprender a aprender, tales como la responsabilidad y la perseverancia.

Competencia Sentido de la Iniciativa y Espíritu Emprendedor:

A través de esta competencia el alumnado mejorará su capacidad para el diseño e implementación de un plan de trabajo, promoviendo su capacidad de análisis, planificación organización y gestión de las diferentes tareas que serán realizadas en esta Propuesta de Intervención.

Además, se pretende promover su capacidad de adaptación al cambio y la resolución pacífica de los problemas que puedan surgir durante el transcurso de las actividades confeccionadas a través de la comunicación y negociación con los miembros integrantes de su grupo de trabajo. Complementariamente, se cultivará el sentido de la iniciativa e interés a través de una actuación creativa que permita la consecución y logro exitoso de los objetivos planteados.

3.4. Contenidos

Esta Propuesta de Intervención se basa en el uso de tecnología virtual para poder llevar a cabo un aprendizaje más profundo del alumnado en los contenidos curriculares de la biología.

Para la consecución de los objetivos planteados en el apartado anterior y alcanzar el grado de consecución de las competencias clave registradas en la actual ley educativa, se han determinado una batería de contenidos que el alumnado deberá conocer y desarrollar durante el transcurso de las actividades redactadas a continuación.

Los contenidos a plantear en el presente Trabajo de Fin de Máster se pueden agrupar en las categorías de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

Dentro de los contenidos conceptuales se encontrarían los siguientes:

1. Bases del modelado tridimensional.
2. Aplicaciones de la tecnología de modelado tridimensional.
3. Programas de diseño asistido por ordenador.
4. *Google Sketchup* como software para el desarrollo de la actividad.
5. Requisitos en el modelado tridimensional.
6. Tecnología de impresión tridimensional.

Los contenidos procedimentales vendrían dados por los siguientes puntos:

1. Creación de un proyecto de modelado virtual.
2. Diseño de estructuras geométricas básicas.
3. Análisis tridimensional de estructuras biológicas
4. Elaboración de un modelo basado en una estructura celular.
5. Exportación del modelo tridimensional para su utilización como recurso didáctico.
6. Adaptación del modelo a los requisitos para impresión 3D.

Los contenidos actitudinales están basados en los siguientes puntos:

1. Conocimiento de los beneficios y principales limitaciones del modelado tridimensional.
2. Aplicación del modelado tridimensional a sus recursos didácticos.
3. Establecimiento de una actitud abierta ante las ideas nuevas.
4. Actitud positiva en todo momento.
5. Creación de un clima de respeto hacia el profesor, así como hacia sus compañeros.
6. Perseverancia ante los problemas.
7. Mostrar en todo momento un enfoque proactivo en la utilización de las herramientas de modelado virtual.

3.5. Metodología

La presente Propuesta de Intervención está basada en una metodología que favorecerá que los alumnos/as del Centro Educativo sean partícipes de su propio proceso de enseñanza-aprendizaje. En concreto, el método de enseñanza perseguirá llevar a cabo un aprendizaje significativo, estableciéndose el profesor como un mero guía en la adquisición de los diferentes contenidos redactados anteriormente en la propuesta educativa. El profesor deberá ser un ejemplo a seguir para sus estudiantes, presentando una actitud positiva frente a los retos que se propondrán en el aula de biología e informática.

Para el desarrollo de esta propuesta educativa, se fomentará la utilización de una metodología activa a través de la cual se realice el aprendizaje cooperativo. Para ello, la clase se configurará en grupos de trabajo, donde cada uno de los cuales será el encargado de resolver todas las actividades propuestas. El trabajo grupal facilitará la transferencia de conocimientos de cada uno de los miembros del equipo que tiene hacia los restantes miembros de su propio equipo. Se favorecerá el autoaprendizaje, la diversidad, la interdisciplinariedad, la comprensión lectora, y otras habilidades como son el desarrollo de hábitos de orden y respeto hacia otros integrantes de la clase, a los recursos que se utilicen en el aula y al profesor en general.

La metodología activa es utilizada con el fin de fomentar la participación de todos los alumnos/as mediante la realización de preguntas que permitan la exposición de los contenidos teóricos y la resolución de los aspectos prácticos, siendo esta metodología la principal estrategia para obtener una implicación absoluta de los integrantes de cada uno de los grupos evitando la evasión de la clase, algo muy frecuente en la sociedad

actual, manteniendo de esta forma su atención fija en el desarrollo de las actividades planteadas. Esta metodología ha sido elegida debido a los buenos resultados obtenidos en el fomento de la participación de todos los alumnos, tal y como se describe en los primeros apartados del presente Trabajo de Fin de Máster.

Los grupos se conformarán de una manera heterogénea, con alumnos y alumnas de diferentes niveles de conocimientos y designados por el propio docente encargado de la puesta en marcha de la propuesta de intervención. Esto se verá reforzado en la exposición de conocimientos durante la realización de las preguntas, donde todos los alumnos serán partícipes y donde el reparto de las tareas a realizar para la consecución de los objetivos sea establecido previo acuerdo mutuo de los integrantes del grupo.

En el momento de la introducción de los conceptos básicos sobre la tecnología de modelado tridimensional, se recomienda hacer uso de ejemplos cotidianos y cercanos a los alumnos y alumnas, con el fin de facilitar la comprensión sobre los contenidos impartidos. Por otro lado, también se promoverá, a través de estos ejemplos cotidianos, un mayor nivel de abstracción y un aprovechamiento del tiempo en el aula lo máximo posible.

La resolución de las dudas del alumnado es un momento crítico en su proceso de aprendizaje. Diferentes estudios han demostrado que es efectivo que los integrantes del grupo interactúen entre sí y contesten a sus propios compañeros, teniendo la oportunidad de evaluar a la vez los conocimientos de aquellos que crean haber entendido la cuestión. Esta estrategia de aprendizaje será, en principio más eficaz que la respuesta del profesor, dado que los alumnos/as se entenderán mejor, ya que interactuará entre iguales, favoreciendo la producción de un aprendizaje significativo.

Siguiendo con la metodología propuesta, los contenidos redactados en la presente propuesta de intervención estarán estructurados y organizados de una manera cronológica, permitiendo que los alumnos sean conscientes en todo momento de la teoría y de la relación de las actividades que tienen que desarrollar. Los contenidos, además, tendrán en consideración tanto los intereses como las motivaciones de los alumnos/as en su correspondiente nivel educativo.

Las actividades planteadas en los siguientes apartados del trabajo favorecerán el modelo de resolución por proyectos, facilitando el desarrollo de las habilidades que serán necesarias para el alumnado en su futuro procesional de cada a poder trabajar en un ambiente integrador de equipos de trabajo con un objetivo o finalidad común.

Dadas las características técnicas especiales de la presente propuesta de intervención, las actividades están diseñadas para el trabajo en grupo, por lo que el planteamiento de actividades de refuerzo o de ampliación presenta una gran dificultad. Sin embargo, es la propia metodología de trabajo grupal la que hará que los alumnos más aventajados equilibren a los más retrasados en el proceso de aprendizaje, presentándose en el grupo una autorregulación directa.

En definitiva, la metodología a emplear sería un aprendizaje autónomo de los alumnos/as, trabajando de forma ordenada en sus respectivos grupos de manera colaborativa y donde el profesor juegue únicamente un papel de guía, donde su alumnado sea el verdadero protagonista del proceso de enseñanza-aprendizaje.

3.6. Recursos

La utilización de modelos tridimensionales virtuales requiere indispensablemente de una infraestructura disponible en cualquier centro educativo del estado español. Entre estos recursos figura:

- **Aula de informática:** generalmente, cada centro educativo dispone de una sala de ordenadores donde los alumnos pueden realizar búsquedas bibliográficas necesarias para poder trabajar con los modelos virtuales tridimensionales.
- **Software:** a través de los ordenadores disponibles se obtendrá el software libre requerido para llevar a cabo el modelado tridimensional de las diversas moléculas biológicas que serán propuestas para llevar a cabo el proyecto que se les encomendará a los diferentes grupos establecidos. Por otro lado, se facilitará al alumnado diferente software de uso libre de naturaleza ofimática para que puedan desarrollar las memorias y presentaciones para sus proyectos que posteriormente deberán exponer ante los compañeros de su misma clase, de modo que los diferentes grupos establecidos puedan aprender y motivarse del trabajo realizado por cada uno de los compañeros de clase.

Por otro lado, dado que este trabajo se ha realizado en la isla de Tenerife (Canarias) y se ha encuestado al alumnado del IES Canarias Cabrera Pinto, existe la posibilidad de configurar una visita al Laboratorio de Fabricación Digital de la Universidad de La Laguna, cercano a las instalaciones del centro educativo. Este servicio ofrece a la comunidad universitaria y a la sociedad en general, un servicio integral en el campo de la fabricación digital en los ámbitos de la Producción Artística, el Diseño del Producto, la Arquitectura y la Divulgación y de Contenido Científico haciendo uso de tecnologías gráficas avanzadas. Este laboratorio cuenta a su vez con la posibilidad de impartir cursos de formación y reciclaje para profesionales y estudiantes en torno la cultura del modelado 3D. Esta visita permitirá al alumnado conocer de primera mano cómo se trabaja en un laboratorio de estas características y cómo se emplean los distintos productos generados por el personal, posibilitando que los alumnos vean las diferentes aplicaciones que tiene dicha tecnología y cómo podrían aplicarlas a su vida académica. Por otro lado, el alumnado se vería motivado para alcanzar los distintos objetivos propuestos en las actividades propuestas a continuación.

El Laboratorio de Fabricación Digital permite a la comunidad educativa en general llevar a cabo diferentes animaciones y productos virtuales tridimensionales para ser usados en el ámbito docente. Tal y como se ha visto en diferentes estudios, el potencial de los modelos tridimensionales aplicados en el ámbito docente ha permitido que los estudiantes comprendan mejor la estructura y el funcionamiento de procesos biológicos que se caracterizan por tener un fuerte componente abstracto.

3.7. Temporalización

Las actividades recogidas en la propuesta de intervención se pueden clasificar en dos tipos: las que se realizarán en el aula de informática y las que se realizarán de manera autónoma fuera de horario lectivo. Cada sesión descrita tiene una duración de 55 minutos. Para calcular el tiempo necesario para la realización de la presente Propuesta de Intervención, se ha considerado que los alumnos/as tienen determinado en sus horarios un total de 3 horas semanales de Biología y Geología en el caso de 1º de Bachillerato y 4 horas semanales de Biología en el caso de 2º de Bachillerato. En la tabla 1 se muestra un resumen de las sesiones y contenidos a tratar en cada una de ellas, así como el recuento de sesiones necesarias por parte del profesorado para ejecutar la presente Propuesta de Intervención.

Tabla 1. Temporalización de la Propuesta de Intervención.

TEMPORALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN		
Número	Denominación	Sesiones
1	Introducción al modelado virtual y entrenamiento básico	2
2	Visita a Laboratorios de Fabricación Digital	1
3	Exposición del trabajo realizado	3
4	Concurso al mejor diseño virtual tridimensional	1
		Total = 7

Fuente: elaboración propia

1ª sesión

La primera sesión consistirá en la introducción del alumnado a las técnicas de modelado virtual. Previa explicación de cualquier contenido, se realizará una breve encuesta de conocimientos previos que le permita al profesor obtener una visión general del conocimiento del alumnado sobre las tecnologías de modelado e impresión tridimensional. Esto ayudará al docente en las labores de ajuste y adaptación de los contenidos al nivel de conocimiento de los alumnos sobre esta temática. Las preguntas desarrolladas pueden ser similares a las realizadas al alumnado de 1º y 2º de Bachillerato del IES Canarias Cabrera Pinto (ver Anexo 1).

Una vez realizada esta encuesta, se dará comienzo con los conceptos básicos y la explicación de la tecnología, así como sus posibles aplicaciones en la sociedad a día de hoy. Para esta explicación se realizará una presentación basada en diapositivas mediante las cuales el docente hará una introducción a los principales avances y utilidades actuales del modelado tridimensional, relacionándolo con diferentes ambientes como puede ser los videojuegos, la publicidad o las novedosas tendencias de realidad virtual.

Para finalizar, se introducirá al alumno en los conceptos básicos sobre el software *Google SketchUp*, el cual emplearán de una manera práctica en la siguiente sesión.

2ª sesión

Esta segunda sesión será de carácter eminentemente práctico, ya que consistirá en el entrenamiento del alumnado con el software elegido para llevar a cabo el diseño biológico que se va a llevar a cabo de manera autónoma. Durante toda la sesión, el alumnado se familiarizará con las principales herramientas de este software para la posterior confección de la estructura que deberán escoger con el objetivo de modelarla tridimensionalmente.

Esta sesión finalizará con la conformación de los diferentes grupos de alumnos que llevarán a cabo la tarea a realizar de manera conjunta. Para ello, se facilitará una lista a los alumnos de las estructuras que podrían desarrollar tridimensionalmente y que han visto en los diferentes contenidos del currículum de la asignatura correspondiente. Algunos de estos modelos pueden ser los que se mencionan en la tabla 2. La selección de estos modelos será completamente opcional por parte del alumnado, pudiendo incluso verse repetidas algunas estructuras como máximo en dos grupos de trabajo diferentes.

Tabla 2. Listado de estructuras biológicas candidatas para el desarrollo de modelos virtuales tridimensionales por parte del alumnado al que se les impartirá la presente propuesta didáctica.

EJEMPLOS DE ESTRUCTURAS BIOLÓGICAS CANDIDATAS A MODELADO TRIDIMENSIONAL	
Polimerasa de ADN	Cloroplastos
Ribosoma	Célula procariota
Núcleo celular	Célula animal
Mitocondria	Célula vegetal
Modelo de membrana plasmática	Estructuras víricas

Fuente: elaboración propia

Una vez llevado a cabo esta sesión de entrenamiento, se encomendaría al alumnado el trabajo a realizar de manera autónoma siguiendo las explicaciones vistas en el aula de informática. Para el desarrollo de este apartado se estima un máximo de 10 horas de trabajo autónomo de los alumnos que conforman el grupo de trabajo en el plazo de 20 días a comenzar desde la finalización de esta sesión. Para agilizar el trabajo durante el desarrollo del trabajo del alumnado, las dudas y posibles modificaciones del trabajo a realizar por el profesor podrán ser consultadas en los últimos 5 minutos de las sesiones ordinarias de impartición del temario en el aula de biología.

3ª sesión

En esta sesión intermedia, se programará la visita a un laboratorio de fabricación digital o empresa de modelado tridimensional, la cual esté destinada a la realización de modelos tridimensionales virtuales. De este modo, el alumnado sería consciente del alcance que tiene esta técnica y su rol actual en la sociedad, especialmente en el sector comercial. A través de esta visita, los alumnos podrán adquirir nuevas ideas y metodologías que les permita lograr el desarrollo de su propio modelo tridimensional basado en las estructuras celulares vistas en clase.

4^a, 5^a y 6^a sesión

Estas sesiones de presentación de los trabajos realizados son susceptibles de disminuir a únicamente 2 sesiones, dependiendo del volumen de grupos de alumnos que expongan cada día en cada una de las clases. Durante el desarrollo de las mismas, cada grupo de alumnos expondrá y defenderá el diseño de su modelo virtual elegido, realizando una descripción de la estructura biológica seleccionada y las características de su funcionamiento en el interior celular, así como los diferentes aspectos solicitados y descritos en el apartado 3.5.

En estas sesiones se recogerán los resultados del trabajo de los alumnos, permitiendo que sean ellos mismos los que manifiesten sus dificultades principales y las soluciones que han sido capaces de ejecutar para solventarlas durante el desarrollo del trabajo. A través de la exposición de cada uno de los trabajos se verificará si se han conseguido los objetivos propuestos en este trabajo. En otras palabras, estas sesiones corresponderán con el propio núcleo de esta Propuesta de Intervención.

Complementariamente, se hará entrega de los informes de esta actividad al profesor por parte de los alumnos.

7^a sesión

Durante esta última sesión, se llevará a cabo la votación para el concurso al mejor diseño virtual tridimensional relacionado. El objetivo es que cada uno de los alumnos vote de manera independiente cada uno de los modelos virtuales desarrollados por sus compañeros de aula. Una vez llevada a cabo dicha votación, el modelo tridimensional más votado será publicado en la página web del Centro Educativo y se podrá ofrecer cualquier otro premio propuesto por el docente encargado.

Se puede plantear como premio, según la infraestructura de la cual esté dotada el Centro Educativo, que el modelo ganador realice la adaptación e impresión 3D de su propio modelo virtual tridimensional desarrollado. De hecho, el software con el cual los alumnos deben desarrollar este modelo está diseñado para adaptar dicho modelo al formato requerido para su exportación a una estación de impresión 3D.

3.8. Actividades a desarrollar en la propuesta

Primera actividad: Introducción del alumnado al modelado tridimensional

La primera de las actividades a realizar por los estudiantes a los que va dirigida esta Propuesta de Intervención es la aproximación y explicación de las técnicas de modelado virtual. En esta sesión se pretende introducir al alumnado en los diferentes programas de los que se pueden hacer uso gratuitamente para el diseño de la molécula biológica que será encomendado durante la segunda actividad de la presente propuesta. Complementariamente, esta actividad recoge la realización de pequeños ejercicios por parte de alumnos de Biología, que realizarán diferentes pruebas con el software de modelado tridimensional virtual seleccionado para descubrir su funcionamiento básico y la variedad de herramientas de la que disponen. Para ello, el profesor dictará unas pautas básicas en el diseño de estructuras geométricas sencillas que posteriormente permitan el desarrollo de sus propios modelos.

Segunda actividad: Caracterización de estructuras biológicas

La segunda actividad de esta propuesta se basa en la búsqueda bibliográfica sobre una molécula o estructura celular que será propuesta por el profesor encargado de la asignatura de biología. Esta actividad será realizada en el aula de informática, facilitando los ordenadores y el software necesario para que el alumnado pueda llevar a cabo dicha búsqueda, la cual consistirá en que los alumnos deberán encontrar diferentes aspectos sobre su naturaleza, como por ejemplo su composición, su función, procesos en los que participa, su estructura, etc. Esta búsqueda permitirá el logro de las siguientes actividades diseñadas. Por otro lado, cabe la posibilidad de que haya modelos tridimensionales virtuales ya diseñados de la estructura/molécula que los alumnos hayan elegido, siendo posible que se basen en ella para confeccionar su propio modelo tridimensional.

Tercera actividad: Confección del modelo virtual tridimensional

Una vez realizada la búsqueda bibliográfica de todos los aspectos necesarios para su diseño y recogida en un documento de texto generado con software ofimático, se procede a encomendar a los alumnos la siguiente tarea, la cual consiste en el diseño del modelo tridimensional de la estructura/molécula celular sobre la cual han indagado en el aula de informática. Esta actividad es el núcleo central de este trabajo, por lo que se le dedicará más tiempo que a las otras actividades diseñadas en esta propuesta de intervención. Para el diseño virtual de la molécula elegida, el alumnado se centrará en la realización de un modelo tridimensional básico, sin muchos detalles y con una complejidad adecuada a su bajo nivel de formación en modelado tridimensional. Los

estudiantes agrupados en los diferentes conjuntos se autogestionarán para realizar las diferentes tareas que permitan, en último término, el logro del objetivo principal de esta actividad. Es de destacar que no se le exigirá al alumnado un gran nivel de detalle en la realización de dicha figura, puesto que se trata de un recurso didáctico nuevo que requiere en ciertas ocasiones una gran curva de aprendizaje.

Cuarta actividad: Elaboración del informe personal y presentación del trabajo realizado

La última actividad propuesta en este trabajo consistiría en la exposición y defensa del modelo. El objetivo de esta actividad será presentar y exponer los trabajos realizados por los diferentes grupos configurados en el aula de clase. Para ello, tendrán que finalizar la actividad anterior y defender el diseño realizado ante sus compañeros. En esta actividad es posible realizar un concurso en el que se premie a los mejores diseños biológicos para ser empleados durante la impartición del temario en otros cursos o su publicación en la página web del centro. Para llevar a cabo esta actividad, cada uno de los grupos deberán realizar una memoria escrita mediante el software ofimático de uso libre proporcionado por el centro educativo. La memoria constará de:

- Portada: se presentará el nombre de la molécula diseñada, el nombre de los componentes del equipo, grupo y fecha de entrega.
- Índice: vendrá reflejado por los diferentes apartados que se podrán consultar para la evaluación de la memoria.
- Redacción por etapas del trabajo realizado para el modelado tridimensional: en este apartado deberá figurar, a modo de registro, el trabajo realizado por los alumnos que conformen los distintos grupos establecidos.
- Descripción de la molécula/estructura: se detallarán los diferentes aspectos redactados a través de la búsqueda bibliográfica. Entre los principales aspectos solicitados deben figurar la composición, estructura y procesos en los que está involucrada la molécula/estructura biológica seleccionada. Será en este apartado donde los alumnos obtengan los principales beneficios de las técnicas de modelado tridimensional, en las cuales van a ser capaces de describir la molécula y relacionar su estructura tridimensional con su funcionamiento biológico.

- Información consultada: se recogerán las distintas fuentes bibliográficas que los alumnos han consultado para la realización del apartado anterior.
- Autoevaluación de la actividad: se establecerá una serie de preguntas que los alumnos deberán responder en base a su experiencia en este trabajo. Entre ellas se detallarán las principales dificultades encontradas y las soluciones a dichos contratiempos, sus perspectivas en cuanto a seguir aplicando esta herramienta en su futuro, etc.

Complementariamente, realizarán una presentación en diapositivas para exponer y defender el diseño que cada grupo ha elaborado ante el resto de los grupos configurados en el aula. Para esta actividad, se mostrará y presentará el modelo virtual diseñado con el software de uso libre proporcionado al alumnado. En dicha presentación será obligatoria la participación de todos los integrantes del grupo. Para ello, se empleará una presentación por diapositivas elaborada con el software ofimático de uso libre proporcionado por el centro educativo en los ordenadores del aula de informática. Por último, se llevará a cabo una evaluación y coevaluación de los trabajos realizados por cada uno de los compañeros anexos al grupo, permitiendo tomar la decisión de cuál ha sido el diseño más logrado para la obtención del premio propuesto.

3.9. Atención a la diversidad.

La atención a la diversidad es un principio que debe regir toda la enseñanza básica para proporcionar a todo el alumnado una educación adecuada a sus características y necesidades. El sistema educativo debe procurar medidas flexibles que se adecuen a las diferencias individuales y ritmos de maduración de cada uno de los alumnos.

Uno de los objetivos fundamentales de la educación es promover el desarrollo educativo de todos los alumnos, evitando la discriminación y la desigualdad de oportunidades y respetando, al mismo tiempo, sus características y necesidades individuales.

El docente atenderá a la diversidad del grupo y fomentará el trabajo cooperativo, debido a que mediante el trabajo cooperativo los alumnos se ayudan mutuamente, siendo beneficioso tanto a nivel individual como a nivel de grupo de clase.

El profesor debe estar atento y pendiente en todo momento del desarrollo de la actividad y en concreto de cómo evoluciona el alumno de atención a la diversidad, por si falla algo poder adaptarlo de inmediato.

3.10. Evaluación del alumnado y del docente

En la práctica docente es muy importante comprobar los conocimientos previos del alumno acerca de un tema, para luego poder partir de ese punto y enlazarlo con ideas nuevas y conseguir de este modo que se dé un aprendizaje significativo (Ballester, 2002). Para ello, se realizará una prueba breve evaluable pero no calificable que permita al profesor estimar el grado de conocimientos previos que tienen los alumnos acerca del modelado tridimensional, lo que permitirá ajustar o adaptar el nivel de complejidad y la extensión de los propios contenidos que se detallan en esta Propuesta de Intervención. Esta breve prueba será elaborada a criterio del profesor y se diseñará con el objetivo de obtener la mayor cantidad posible de información sobre los conocimientos previos del alumnado con preguntas tales como las que se detallan en la encuesta realizada al alumnado de 1º y 2º de Bachillerato del IES Canarias Cabrera Pinto (ver Anexo 1).

Debido a que esta propuesta de intervención no está enfocada a la realización de una Unidad Didáctica propiamente dicha sino al establecimiento de un recurso didáctico del cual haga uso el alumnado, no se evaluarán los resultados de los alumnos mediante la realización de un examen. Entre los instrumentos que se van a utilizar para la realización de la evaluación y calificación de los conocimientos y habilidades adquiridas, se usarán las rúbricas que se detallan a continuación. Estas rúbricas serán aplicadas sobre los informes de los alumnos, la presentación a realizar y el desempeño ejecutado en el aula de informática para el desarrollo de las diferentes actividades. Dicha evaluación será individual durante todo el proceso sin perder de vista el desempeño individual dentro del grupo de trabajo que se establecerá durante la primera sesión de la presente Propuesta de Intervención.

La evaluación del trabajo del alumnado en las actividades a realizar redactadas se llevará a cabo siguiendo la rúbrica redactada (ver tabla 3). Esta rúbrica está basada en los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales mencionados en apartados anteriores con el fin de llevar a cabo una evaluación lo más precisa sobre el trabajo realizado por el alumnado, así como la evaluación del grado de consecución de cada una de las competencias detalladas anteriormente. Esta rúbrica será aplicada sobre el trabajo de exposición de los alumnos, así como en el trabajo a realizar de

manera autónoma. En otras palabras, no consistirá en la observación de una única prueba, sino en el desempeño producido durante las diferentes etapas y actividades que se han detallado anteriormente. Del mismo modo, los aspectos reflejados en la rúbrica serán los evaluados en la redacción del informe elaborado por los alumnos en el cual deberán indicar cada uno de los pasos realizados, así como destacar las principales dificultades que han encontrado y las soluciones ejecutadas en el transcurso de este trabajo.

En esta rúbrica se presta especial atención al desempeño del trabajo en equipo, mediante el cual cada uno de los alumnos deberán aportar su parte del trabajo sin dejar de desconocer la correspondiente a sus compañeros de grupo, así como la prestación de soluciones a las dificultades encontradas durante el desarrollo de las actividades diseñadas.

Tabla 3. Rúbrica de evaluación al alumnado.

CONCEPTO	INDICADORES	PUNTOS
Contenidos conceptuales	El alumno presenta grandes dificultades en la comprensión del objetivo principal	
	El alumno es capaz de comprender qué es el modelado virtual	
	El alumno comprende la utilidad de las diferentes herramientas del software a trabajar	
	El alumnado entiende las principales características de la impresión 3D y su utilidad	
Contenidos procedimentales	El alumno es competente para la creación de un proyecto de modelado virtual.	
	El alumno es capaz de analizar las diferentes características básicas estructurales de las moléculas biológicas	
	El alumno es capaz de asociar las características estructurales con la función que desempeñan los componentes celulares.	
	El alumno es competente para adaptar el modelo virtual para su impresión en 3D.	
Contenidos actitudinales	El alumno ha comprendido las principales limitaciones del modelado tridimensional.	
	La aplicación como recurso didáctico fomenta su	

	interés en el desarrollo del modelo virtual	
	El alumno muestra motivación y trabaja en el diseño encomendado.	
	El alumno se adapta adecuadamente al trabajo en equipo.	
	El alumno es capaz de perseverar ante los diferentes problemas producidos.	

Fuente: elaboración propia.

Sin embargo, es requisito como buena práctica la evaluación del propio profesor que impartirá la presente propuesta, se realizará la evaluación de su ejercicio docente. Para ello, también se ha diseñado una rúbrica de evaluación complementaria a la realizada por el alumnado (tabla 4).

Tabla 4. Rúbrica de evaluación al profesor.

CONCEPTO	INDICADORES	PUNTOS
Actitud del profesor	Mantiene una actitud receptiva ante las dudas generadas por el alumnado	
	Fomenta que el alumnado se motive por la consecución de los objetivos propuestos	
Metodología docente	El lenguaje utilizado es claro y conciso.	
	Existe correlación entre los objetivos y contenidos expuestos en la clase	
	Se resuelven las dudas de los alumnos respecto a los diferentes contenidos impartidos en la propuesta.	
	Se fomenta la participación en el trabajo grupal de los alumnos, estimulando el intercambio de opiniones e ideas	
	Las actividades propuestas han hecho más atractivos los contenidos y aplicaciones que se pueden realizar con la tecnología descrita.	
	Se fomenta una actitud activa y responsable por parte del alumnado.	
	Se fomenta la motivación del alumnado.	
	Se promueve un ambiente de colaboración continua entre los propios alumnos.	
Recursos didácticos	Se accede a todos los recursos mencionados anteriormente.	

	Los recursos son utilizados correctamente y se aprovechan en el rendimiento de la práctica	
Sistema de evaluación	A lo largo de las diferentes actividades se llevan a cabo distintas pruebas de evaluación puntuables y no puntuables que informen a los alumnos de su progreso.	
	Se proporciona un feedback y un feedforward	
	Se recogen procedimientos suficientes para llevar a cabo la evaluación del alumnado y su progreso.	

Fuente: elaboración propia.

Para evaluar el trabajo total del alumno dentro de la asignatura de Biología se tendrían en consideración los siguientes métodos de evaluación (Ver Tabla 5). Cada uno de los métodos de evaluación utilizados aportará un porcentaje diferente, el conjunto de todos estos métodos aportará la nota final del alumno. El porcentaje de los métodos de evaluación de pruebas y trabajos escritos es del 30%, mientras que el porcentaje otorgado al trabajo del alumno es del 70 %.

Tabla 5. Tabla de los diferentes métodos de evaluación utilizados y el porcentaje de cada uno de ellos a la nota final del alumno.

Método de evaluación	Porcentaje
Rúbrica de trabajo en el aula de informática	40%
Presentación del trabajo realizado	30%
Elaboración del informe	30%

Fuente: elaboración propia.

3.11. Evaluación de la propia propuesta de intervención

La evaluación de la propia práctica docente se ha ido promocionando y realizándose cada vez con más frecuencia en los centros educativos de todo el mundo. Esta acción es el principal motor de la innovación educativa, en la cual se evalúan los procesos de enseñanza-aprendizaje, siendo el procedimiento por el cual se detectan las necesidades y reajustes que se deben realizar sobre la propia práctica docente.

La evaluación de la práctica docente se ha definido como una de las buenas prácticas más extendidas en el ámbito docente alrededor del globo. Sin ánimo de dejar de propagar estas prácticas, se redacta a continuación los procedimientos de evaluación de la propia propuesta de intervención. En todo proyecto educativo de intervención se debe de interpretar y predecir la realidad, con el objetivo de proporcionar

recomendaciones que permitan el alcance de los éxitos contemplados en dichos proyectos.

En cada una de las sesiones se llevará a cabo la observación del transcurso de la actividad, lo que permitirá poner de manifiesto las principales dificultades que, tanto alumnado como profesorado, presenten en la realización de las tareas propuestas. Las rúbricas de evaluación del profesorado y del alumnado permitirá la detección de las principales dificultades que genere esta propuesta en el marco de la impartición y puesta en marcha (tabla 6).

Tabla 6. Rúbrica de evaluación a la propia propuesta de intervención.

INDICADORES	PUNTOS
Hay una correlación entre los objetivos propuestos y los contenidos impartidos	
El grado de dificultad de la propuesta de intervención es adecuado a su nivel académico	
La organización y secuenciación de las diferentes actividades ha sido la adecuada para la realización de las actividades.	
Las actividades favorecen el desarrollo del alumnado en las técnicas de modelado virtual	
El modelado virtual se hace atractivo al alumnado para su utilización como recurso didáctico.	
El alumnado se motiva con la utilización de tecnología virtual novedosa.	
Los recursos didácticos mencionados en la propuesta de intervención son los necesarios y suficientes para llevar a cabo las diferentes actividades.	
La propuesta de intervención fomenta el trabajo en equipo y la transferencia de ideas y opiniones.	
Esta propuesta refuerza la competencia digital a través de las actividades diseñadas.	
Las actividades recogidas en esta propuesta persiguen el enriquecimiento de los recursos didácticos utilizados por el alumnado.	
Las actividades promueven la participación del alumnado en la clase en general.	
La metodología descrita es la adecuada para llevar a cabo los objetivos.	

La metodología a utilizar permite un ajuste de los niveles de aprendizaje de los alumnos.	
La metodología descrita permite la utilización correcta de los recursos necesarios para llevar a cabo las diferentes actividades diseñadas.	
La propuesta de intervención presenta claros indicios de ajuste a las características del grupo.	
La propuesta de intervención refleja los resultados que se deseaban en la consecución de los objetivos.	

Fuente: elaboración propia.

4. Conclusiones

La presente Propuesta de Intervención educativa pretende la utilización del modelado tridimensional de estructuras de base biológica para el aprendizaje y comprensión de las funciones que realizan determinados componentes y moléculas biológicas en el interior de los diferentes organismos que se estudian en el aula de Biología en la Educación Secundaria. Los modelos tridimensionales se han postulado en los últimos años como una de las herramientas más potentes y versátiles para favorecer la capacidad de abstracción del alumnado en los diferentes niveles de la Educación Secundaria.

La metodología recogida, así como las actividades diseñadas en el presente Trabajo de Fin de Máster potencian el trabajo en equipo y la resolución de problemas mediante la investigación debido a que son los propios alumnos integrantes del grupo los que deberán llevar a cabo el diseño de la estructura tridimensional a través de las diferentes dificultades que vayan surgiendo, potenciando que los alumnos sean los verdaderos protagonistas del proceso de enseñanza aprendizaje y llevando a cabo dicho proceso de una manera significativa. Complementariamente, todo conocimiento adquirido será puesto en práctica a través de las diferentes actividades diseñadas, mediante la confección de los modelos tridimensionales representativos de las estructuras celulares seleccionadas por el docente.

Finalmente, es de destacar la importancia de la interacción continua entre el docente y el alumnado, para que de ese modo obtener en tiempo real información de gran valor sobre el transcurso del proceso de enseñanza-aprendizaje y, de este modo, llevar a cabo una detección de las necesidades de la Propuesta de Intervención con el objetivo de realizar un proceso de mejora que haga esta Propuesta lo más interesante y atractiva posible para los alumnos.

5. Limitaciones y prospectiva

5.1. Limitaciones

El presente Trabajo de Fin de Máster pretende adaptar técnicas industriales como es el modelado tridimensional a la Educación Secundaria. Sin embargo, hecho de ser novedoso y de la formación que se requiere tanto por parte de los alumnos como por parte de los docentes para poder llevar a cabo diseños virtuales tridimensionales es la principal dificultad a destacar. Este hecho hace que, en un principio, si el docente no está motivado y dirigido a la consecución de los objetivos anteriormente descritos, no se pueda llevar a cabo el establecimiento del modelado virtual de las estructuras y moléculas biológicas vistas en el aula como un recurso didáctico frecuente. Las ventajas que presenta esta tecnología en las diferentes áreas educativas han sido explotadas actualmente en centros nacionales e internacionales, permitiendo una formación más amplia y actualizada al alumnado de Secundaria.

Por otro lado, y como principal limitación de esta Propuesta de Intervención no se ha podido llevar a cabo en ningún aula destinada a grupos de Educación Secundaria, por lo que no se ha podido testar si el número de sesiones para la realización de la Propuesta diseñada es suficiente o, por el contrario, con un número inferior de las mismas sería igualmente realizable con éxito.

Adicionalmente, es de destacar que para la utilización de modelos virtuales tridimensionales no ha sido documentado abundantemente y que por tanto ha sido dificultoso la obtención de una cita bibliográfica que haga referencia a este apartado del presente Trabajo de Fin de Máster, a pesar de haber realizado una búsqueda exhaustiva en diferentes buscadores bibliográficos académicos.

Por otro lado, en lo que respecta a las limitaciones que se tendrían que solventar a la hora de realizar la presente Propuesta de Intervención, se desatacan las siguientes:

1. Recursos económicos: independientemente del trabajo con software de licencia gratuita (Google SketchUp Free), se puede acceder a una versión de pago destinada al ámbito educativo, la cual incluye paquetes de formación que hacen la introducción al modelado tridimensional más atractiva tanto al profesorado como al alumnado.
2. Tiempo a emplear: debido al hecho de no haberse puesto en práctica la presente propuesta de intervención, no es posible realizar un análisis certero de los tiempos y sesiones necesarios para el desarrollo de las actividades y

consecución de los objetivos planteados. Sin embargo, las sesiones confeccionadas anteriormente se han diseñado con un enfoque conservador en cuanto a los tiempos.

3. Recursos materiales: como se ha comentado anteriormente, si se quiere cerrar el ciclo y finalizar con la obtención de una estructura tridimensional impresa, sería un requerimiento vital el acceso a una impresora 3D. Actualmente, los Centros Educativos españoles están siendo beneficiados con la infraestructura necesaria para la impresión 3D a través de diferentes proyectos educativos llevados a cabo por las comunidades autónomas. Complementariamente, es necesario que en el aula de informática del Centro Escolar se disponga de un ordenador por cada pareja de alumnos, las cuales necesitarán localizarse próximamente en el aula para conformar el equipo de trabajo. Adicionalmente, sería necesario verificar que los ordenadores disponibles en el aula de informática están en perfecto estado y que haya una buena conexión a Internet, sin olvidarnos de que es necesaria una buena organización del aula de informática que permita el agrupamiento de los alumnos para llevar a cabo las diferentes actividades mencionadas en la propuesta.

4. Disponibilidad de medios de transporte: con el objetivo de realizar la visita al Laboratorio de Fabricación Digital de la Universidad de La Laguna, o en general a cualquier centro de modelado virtual, es necesario el alquiler de un medio de transporte que permita el traslado del alumnado del Centro Educativo hasta la ubicación de dicho laboratorio.

5. Número de alumnos/as por clase: para poder llevar a cabo las actividades propuestas, es necesario disponer de un número de alumnos óptimo por clase, lo cual permitirá hacer un seguimiento más exhaustivo de cada grupo de trabajo y de los alumnos dentro de los mismos. Además, es un requisito indispensable para la distribución del alumnado en los ordenadores disponibles para la realización de las tareas informáticas.

6. Desempeño docente: el hecho de ser una tecnología muy novedosa y escasamente desarrollada en el ámbito educativo, el modelado virtual tridimensional en la escuela implica una gran inversión de tiempo y esfuerzo bastante alto por parte del docente, además de tener que

familiarizarse con las herramientas disponibles en el software de edición digital, tiempo que muchos docentes no pueden dedicar a esta formación debido a la abundante carga lectiva de la que son responsables.

5.2. Prospectiva

En cuanto a las prospectivas de la presente Propuesta de Intervención, sería interesante realizar encuestas a todos los alumnos que han participado en ella y a los docentes responsables de su puesta en marcha, permitiendo detectar las necesidades de dicha propuesta o las ventajas que presentan este tipo de proyectos de cara al fomento de las vocaciones científico-tecnológicas de los alumnos de la Educación Secundaria. Por otra parte, la realización de un concurso de diseño de modelos tridimensionales de estructuras celulares o modelos de otras áreas como tecnología, química, geografía, etc. se plantea altamente atractivo para el enriquecimiento del conocimiento de los alumnos y su motivación intrínseca. El grupo ganador del concurso de diseño sería galardonado con un curso de perfeccionamiento de modelado virtual y la publicación de su modelo tridimensional en la web y revista del centro (cuando exista).

6. Referencias bibliográficas

- Alfonzo, R. D. (2009). La sociedad del conocimiento y los nuevos retos educativos. *Etic@net*, 7(8), 6-8.
- Aritzondo Gorrotzategi, I. (2015). *Análisis crítico del empleo de impresoras 3D en centros de Formación Profesional en Gipúzcoa*. (Trabajo de Fin de Máster). Universidad Internacional de La Rioja, La Rioja. Recuperado de <http://reunir.unir.net/handle/123456789/3501>.
- Ballester, A. (2002). El aprendizaje significativo en la práctica. *Seminario de Aprendizaje Significativo*, 16-21.
- Díaz N., Jiménez-Liso M. R. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 54-70.
- Dziekonski, M. (2012). La inteligencia espacial: Una mirada a Howard Gardner. *Revista ArteOficio*, 2(2).
- Flores-Camacho, F., García-Rivera, B. E., & Gallegos-Cázares, L. (2017). Diseño y Validación de un Instrumento para Analizar las Representaciones Externas de Estudiantes de Bachillerato sobre Genética. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 10(2), 151-169.
- García Alvarado, R. (2011). Fabricación digital de modelos constructivos: análisis de equipos y procesos. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*. 59, 145-157.
- Garrido A., Simarro C. (2014). El nou marc d'avaluació de la competència científica PISA 2015: *Revisió i reflexions didàctiques*. *Revista Ciències*, (28), 21-26.
- InnerarItY, D., De Arguis, M. (2011). Capítulo 1: La ignorancia bien informada. En InnerarItY, D. (1ª Ed.), *La democracia del conocimiento* (pp. 7-26). Barcelona: Paidós Ibérica.

- Íñiguez Porras, F., & Puigcerver Oliván, M. (2013). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (3), 307-327.
- Jiménez-Aleixandre M.P. (2010). Capítulo 2: La argumentación contribuye a las competencias básicas y objetivos generales de la educación. En M.P. Jiménez-Aleixandre (1ª Ed.), *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas* (pp. 31-51). Barcelona: Graó.
- Morales, P., & Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 13(1), 145-157.
- Morral, A., Bou, T., Cabot, A., Capitán, A., Díaz, J., Fatjó, J., Macaya, J.L., Montmany, A., & Romero, D. (2002). Aprendizaje basado en problemas. *Revista de fisioterapia*, 1(1), 26-35
- Núñez-Ircio, J. (2017). Propuesta de Unidad Didáctica en Tecnología de 4º Curso de Educación Secundaria Obligatoria: Impresión 3D. (Trabajo de Fin de Máster). Universidad Internacional de La Rioja, La Rioja. Recuperada de <http://reunir.unir.net/handle/123456789/5124>.
- Rivière, A. (1987). Capítulo 1: El concepto de Psicología Cognitiva. En Rivière, A., (1ª Ed), *El sujeto de la Psicología Cognitiva* (pp. 19-32). Madrid: Alianza Editorial
- Sáez López, J.M. (2010). Análisis de la aplicación efectiva de la metodología constructivista en la práctica pedagógica en general y en el uso de las TICs en particular. XXI: *Revista de Educación*, 12 (2010), 261-270.
- Solbes J., Ruiz J.J., Furió C. (2010). Debates y argumentación en las clases de física y química. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 63, 65-75.
- OCDE (2013). PISA 2015. Draft Science Framework. Recuperado el 11/01/2018 de <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>

Palmero, M. L. R. (2016). Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza de la Biología y la investigación en el estudio de la célula. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5(3), 237-263.

7. Anexos

7.1. Anexo 1

20/1/2018

Uso de modelos 3D en el aula

Uso de modelos 3D en el aula

Esta encuesta está diseñada para conocer tu grado de interés en el uso de estructuras tridimensionales basados en las estructuras biológicas relacionadas con la genética que hemos visto en el aula.

1. ¿Sabes qué es un modelo tridimensional?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Una representación en el espacio de una estructura física
- ☐ Una estructura que da vueltas sobre sí misma
- ☐ Un diseño gráfico con el que tenemos que ponernos gafas especializadas para ver sus 3 dimensiones
- ☐ Un dibujo que se obtiene dibujando una capa sobre otra

2. ¿Los modelos 3D te ayudarían a comprender mejor los mecanismos biológicos que se ven en clase?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Sí
- ☐ No

3. ¿Cuál sería la principal ventaja que te aportaría el uso de modelos virtuales tridimensionales?

4. ¿Has trabajado alguna vez con esta clase de herramienta?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Sí
- ☐ No

5. ¿Te gustaría que los modelos tridimensionales se aplicaran en todas tus asignaturas?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Sí, en todas
- ☐ No, solo en las de ciencias
- ☐ No, solo en las de humanidades
- ☐ No, no lo usaría en ninguna asignatura

6. ¿Sabes que es una impresora 3D?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Genera un objeto tridimensional
- ☐ Imprime en una hoja
- ☐ Desconozco del tema

7. **¿Conoces otro centro educativo que haga uso de modelos virtuales tridimensionales o estructuras impresas en 3D?**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Sí
- ☐ No

8. **¿Cuál crees que son las principales dificultades que podrías encontrar en el uso de modelos tridimensionales?**

9. **¿Estarías dispuesto a aprender sobre modelado tridimensional y usarlo para tus apuntes?**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Sí
- ☐ No

10. **¿Para que actividades te gustaría utilizar las impresoras 3D?**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Proyectos
- ☐ Trabajos
- ☐ Experimentos
- ☐ Otro: _____

11. **¿Te serviría de ayuda para comprender el funcionamiento de la biología celular?**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Sí
- ☐ No

12. **¿Qué es lo primero que imprimirías para tus trabajos/proyectos?**

13. **¿Qué aplicaciones crees que tienen los modelos tridimensionales en la actualidad?**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Medicina
- ☐ Industrial
- ☐ Académica
- ☐ Alimentaria
- ☐ Otro: _____