



UGR | Universidad
de Granada



REALIDAD VIRTUAL E INDAGACIÓN: UNA PROPUESTA PARA LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA EN 1º DE ESO

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación
Secundaria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas.
Especialidad Biología y Geología

Junio, 2019

Granada

Autora:

Inmaculada Marín Moya

Director:

Francisco Javier Carrillo Rosúa



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**



UNIVERSIDAD DE GRANADA

**Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación
Secundaria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas.**

Especialidad Biología y Geología.

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Autor: Inmaculada Marín Moya

**Título: Realidad Virtual e Indagación: una propuesta para la
enseñanza de la Biología y Geología en 1º de ESO**

Resumen

En el presente trabajo se recoge una propuesta didáctica para la enseñanza y aprendizaje de la Biología y Geología en el 1º curso de Educación Secundaria Obligatoria (ESO). La propuesta la conforman dos tareas de indagación independientes en las que se hace uso de una de las tecnologías emergentes del momento: la Realidad Virtual. Las tareas trabajan de manera transversal contenidos curriculares como la composición del Sistema Solar, la detección e importancia de las adaptaciones biológicas o la metodología científica. Con la realización de esta propuesta se pretende generar un nuevo recurso didáctico en el que el uso de la realidad virtual y de una metodología de enseñanza de las ciencias basada en la indagación (“IBSE”, por sus siglas en inglés: *Inquiry Based Science Education*) potencien el desarrollo y adquisición de las competencias, en general, y de la competencia científica, en particular.

Palabras clave: Educación Secundaria Obligatoria, Competencia científica, Indagación, Realidad Virtual, Propuesta didáctica.

Abstract

This work includes a didactic project for the teaching and learning of “Biology and Geology” in the 1st year of ESO (“Educación Obligatoria Secundaria” in Spanish Educational System). The project we propose is made up of two independent research tasks in which one of the emerging technologies of the moment is used: Virtual Reality. The tasks develop in a transversal way curricular contents such as the composition of the Solar System, the detection and importance of biological adaptations or the scientific methodology. The purpose of this project is to generate a new didactic resource in which the use of virtual reality and an IBSE approach (*Inquiry Based Science Education*) enhance the development and acquisition of competencies, in general, and scientific competency, in particular.

Keywords: Secondary School, Scientific Competency, Inquiry, Virtual Reality, Didactic Project.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1. Competencias clave: PISA y la competencia científica.	2
2.1.1. Las competencias clave.....	2
2.1.2. PISA y la competencia científica	4
2.2. Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación	7
2.3. Uso de tecnologías emergentes en la enseñanza de ciencias.....	13
2.3.1. Las TIC y las pedagogías emergentes.....	13
2.3.2. Realidad Virtual Inmersiva	16
2.3.3. Realidad Aumentada.....	18
2.4. Ejemplos de recursos de Realidad Virtual Inmersiva y otros	20
3. MARCO CURRICULAR	24
4. PROPUESTA DIDÁCTICA	28
4.1. Desarrollo de las tareas.....	28
4.1.1. Un nuevo hogar para la humanidad	28
4.1.2. ¿Adaptados a su medio? Estudio de casos	35
4.2. Atención a la diversidad	40
4.3. Evaluación	42
5. REFLEXIONES FINALES.....	45
6. REFERENCIAS	47
Anexo 1: Primera tarea de indagación	53
Anexo 2: Segunda tarea de indagación	55
Anexo 3: Fichas de clasificación de animales y enlaces de interés para la realización de la 2ª tarea de indagación.....	57

1. INTRODUCCIÓN

Desde hace ya algunas décadas se han instaurado nuevas perspectivas en el ámbito de la educación que suponen un cambio de concepción en lo referente a su significado y función, y que intentan ajustarse a las demandas crecientes de la sociedad actual. En este contexto, aparece un nuevo marco curricular basado en el desarrollo y la adquisición de competencias que enfatiza en el desarrollo integral del alumnado, aunando conocimientos conceptuales, adquisición de destrezas o habilidades y desarrollo de actitudes, que en definitiva, los doten de herramientas para enfrentarse a los nuevos retos que plantea la sociedad (González, 2016).

En este sentido, resulta fundamental el desarrollo de nuevas estrategias metodológicas que trabajen y desarrollen las distintas competencias, especialmente la competencia científica en la que se centra este trabajo. Asimismo, dichas estrategias deberían ayudar a paliar el declive actitudinal hacia la ciencia y evitar que los alumnos se alejen de esta por aborrecimiento, motivándolos y haciéndolos participes en la construcción de su propio conocimiento (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2011).

Por ello, proponemos el uso de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (IBSE, por sus siglas en inglés: *Inquiry Based Science Education*). IBSE es un planteamiento metodológico novedoso y un enfoque coherente con el desarrollo competencial, que busca tanto la adquisición del conocimiento puramente conceptual de las ciencias como la introducción en el propio proceso de investigación y proceder científico (Alake-Tuenter *et al.*, 2012; Martínez-Chico, 2013).

Otro aspecto esencial que debe considerarse en toda estrategia metodológica de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, es el hecho de generar curiosidad y motivación hacia el aprendizaje, utilizando para ello recursos y actividades que sean, a la vez, interesantes y relevantes para los estudiantes. Aquí toma un papel destacado el uso de las TIC y las tecnologías emergentes, tan atractivas para los jóvenes. Resultaría interesante un mayor desarrollo de actividades que fomenten el uso de las TIC en el aula, así como la creación de nuevos recursos didácticos, teniendo siempre presente el importante gasto económico y esfuerzo por parte de los docentes que ello conlleva. En cualquier caso y pese a las dificultades, son numerosos los estudios que concluyen en su utilidad para favorecer el interés y la motivación del alumnado. Algunos de los recursos didácticos innovadores y atractivos más sonados en los últimos tiempos son la Realidad Virtual (RV) o la Realidad Aumentada (RA), recursos que simulan y amplían la realidad, generando sensación de inmersión (Zurita, 2018).

Con todo lo anterior, el principal objetivo de este Trabajo de Fin de Máster es el de diseñar una propuesta didáctica para la materia de Biología y Geología, encaminada al desarrollo de la competencia científica y fundamentada en la indagación y el uso de tecnologías emergentes como la Realidad Virtual. Para ello, en primer lugar, se procede a la elaboración de un marco teórico dónde se realiza una revisión bibliográfica sobre: i) la enseñanza por competencias, y en mayor concreción, sobre el marco de PISA con respecto a la competencia científica; ii) la metodología didáctica de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación; y iii) el uso de nuevas tecnologías como la Realidad Virtual y la Realidad Aumentada en la enseñanza de las ciencias. Seguidamente, se procede a la concreción del marco curricular y el desarrollo de la propuesta didáctica para el curso de 1º de Educación Secundaria Obligatoria, donde se desarrollan dos conjuntos de tareas de indagación, en las que se trabajan de manera transversal contenidos como la composición del Sistema Solar, la detección e importancia de las adaptaciones biológicas o la metodología científica.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Competencias clave: PISA y la competencia científica.

2.1.1. Las competencias clave

En 1996 la UNESCO (por sus siglas en inglés: *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*) identificó los pilares básicos de lo que debería ser la educación del siglo XXI, consistentes en «aprender a conocer», «aprender a hacer», «aprender a ser» y «aprender a convivir». De este modo se establecieron los principios precursores de la enseñanza basada en la adquisición de las hoy conocidas como competencias clave (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015a).

Un año después, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), crea el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA por sus siglas en inglés: *Programme for International Student Assessment*), que representa un compromiso por parte de los gobiernos de los países de la OCDE para medir los resultados de los sistemas educativos sobre el rendimiento del alumnado, dentro de un marco común y acordado a nivel internacional. Así, su finalidad consiste en medir hasta qué punto el alumnado de 15 años próximo al final de la educación obligatoria, ha adquirido un rango de competencias clave que resultan esenciales para el éxito en su vida como estudiantes y para la plena participación en las sociedades modernas en su futuro (OECD, 2016).

Asimismo, la Unión Europea recalca que la adquisición de competencias clave por parte de la ciudadanía es una condición indispensable para lograr que los individuos alcancen un pleno desarrollo personal, social y profesional que se ajuste a las demandas de un mundo globalizado, haciendo posible el desarrollo económico vinculado al conocimiento (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015a, p.6986).

Nace así el Proyecto de Definición y Selección de Competencias (DeSeCo) de la OCDE, que busca desarrollar un marco conceptual que defina e identifique esas competencias claves. De este modo, DeSeCo (2003) define competencia como “algo más que conocimientos y destrezas; involucra la habilidad de enfrentar demandas complejas, apoyándose en y movilizand o recursos psicosociales (incluyendo destrezas y actitudes) en un contexto en particular” (DeSeCo, 2003, p.3). Esta capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada, supone una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones, y otros componentes sociales y de comportamiento (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015a, p.6986).

Cabe remarcar se que en función del grado de concreción son varias las definiciones de competencia que pueden encontrarse en la bibliografía, no existiendo una única definición consensuada (González, 2016).

La implantación de las competencias clave en la legislación educativa española llega con la Ley Orgánica de Educación (LOE) (Ministerio de Educación y Ciencias, 2006), mediante la denominación de “Competencias Básicas”. Esta nueva denominación recibe críticas con respecto a su idoneidad, recalcando la diferencia entre algo “básico” -considerado como algo mínimo o suficiente para conseguir un fin- y algo “clave” -considerado como algo elemental, una “llave maestra” para el desarrollo educativo de las personas- (Valle y Manso, 2013 citado en González, 2016).

Posteriormente se recupera la terminología europea y regresan las “competencias clave” de la mano de la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2013); donde quedan definidas como “el conjunto de conceptos, destrezas y valores que el alumnado pone en marcha al aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos” (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015b, p.172). En este marco normativo, se establecen las competencias clave del currículo básico de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato en todo el territorio nacional. Dichas competencias son:

1. Comunicación lingüística.
2. Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.
3. Competencia digital.
4. Aprender a aprender.
5. Competencias sociales y cívicas.
6. Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.
7. Conciencia y expresiones culturales.

Así, a diferencia de una enseñanza focalizada en el aprendizaje de los contenidos, la enseñanza que aboga por el desarrollo de competencias integra varios componentes: 1) un conocimiento de base conceptual (saber decir); 2) un conocimiento relativo a las destrezas físicas y psíquicas (saber hacer); y 3) un conjunto de actitudes y valores (saber ser). Además, la estrecha interrelación entre los distintos componentes favorece los propios procesos de aprendizaje y la motivación por aprender, obteniéndose un aprendizaje progresivo, transversal, integrado y dinámico (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015a).

2.1.2. PISA y la competencia científica

El informe PISA 2015/2018 (OECD, 2019) ofrece una definición de la competencia científica que ha ido evolucionando con el paso del tiempo, hasta consolidar una definición amplia, integradora y coherente. Así, desde PISA 2015 (OECD, 2016) se define la competencia científica como la “habilidad para interactuar con cuestiones relacionadas con la ciencia y con las ideas de la ciencia, como un ciudadano reflexivo”. Para alcanzar dicha habilidad, desglosa la competencia científica en los cuatro aspectos interrelacionados que se muestran a continuación (Figura 1):

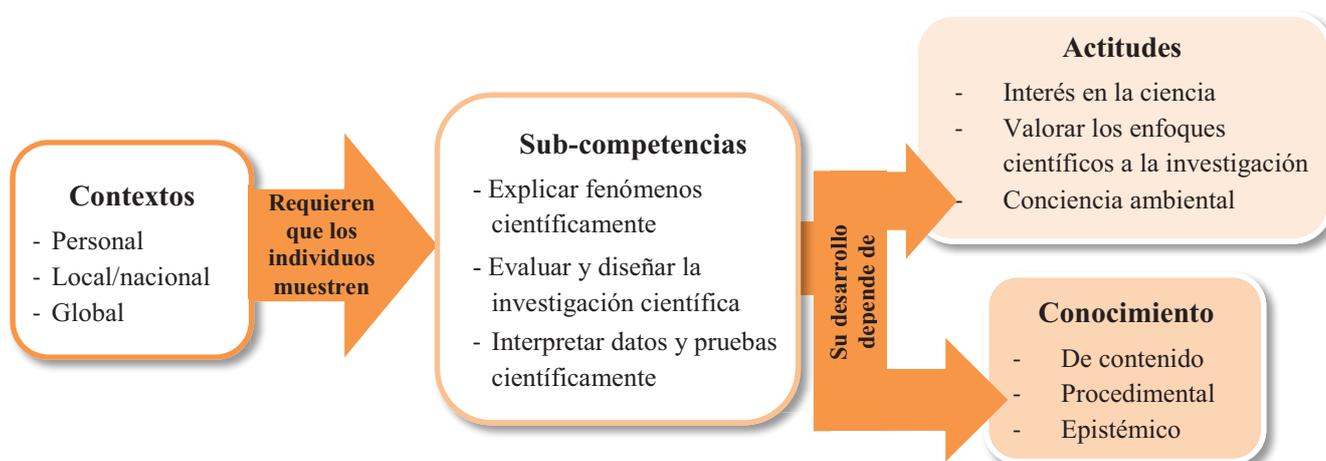


Figura 1. Diagrama con los cuatro aspectos básicos de la competencia científica. Adaptado de OECD, 2016.

- Contextos.

Por contextos se entienden aquellos asuntos personales, locales, nacionales y globales, ya sean actuales o históricos, que exigen una cierta comprensión de la ciencia y la tecnología.

- Conocimiento.

Se busca la comprensión de los principales hechos, conceptos y teorías explicativas que forman la base de los conocimientos científicos. Se distinguen tres tipos de conocimientos según su naturaleza:

- Conocimiento del contenido: conocimiento del mundo natural y de los artefactos tecnológicos.
- Conocimiento procedimental: conocimientos prácticos y conceptuales en los que se basa la investigación empírica.
- Conocimiento epistémico: comprensión de los fundamentos de las prácticas comunes de la investigación científica, el estado de las afirmaciones de conocimiento que se generan, y el significado de los términos fundamentales, como teoría, hipótesis y datos.

- Sub-competencias.

Las sub-competencias propias de una persona educada científicamente que se asocian a la competencia científica definida por PISA (OECD, 2019) son las que se describen en la Tabla 1.

- Actitudes.

Conjunto de actitudes hacia la ciencia donde se observa interés por la ciencia y la tecnología, un espíritu crítico que valore los enfoques científicos de la investigación que corresponda, y una percepción y conciencia de los problemas ambientales.

De todo lo expuesto anteriormente, se desprende que la competencia científica no es algo que se posea o no en términos absolutos, sino que su desarrollo es un proceso continuo en el que hay distintos grados. De esta forma, la competencia científica podría y debería progresar a lo largo de los años de escolaridad y más allá de estos (Cañal, 2012a).

Por otra parte, tanto la enseñanza como la evaluación de la competencia científica suponen un reto importante para el profesorado de secundaria, pues exige un difícil cambio

hacia una perspectiva más polifacética sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje y las evaluaciones que se acostumbran a realizar en la enseñanza de las ciencias tradicional (Cañal, 2012b).

Tabla 1. Sub-competencias asociadas a la competencia científica según PISA (OECD, 2019).

1. Capacidad para explicar fenómenos científicamente	Reconocer, ofrecer y evaluar explicaciones de diversos fenómenos naturales y tecnológicos demostrando la capacidad de: <ul style="list-style-type: none">- Recordar y aplicar el conocimiento científico apropiado- Identificar, usar y generar modelos y representaciones explicativas- Hacer predicciones apropiadas y argumentarlas- Ofrecer hipótesis explicativas- Explicar las implicaciones del conocimiento científico para la sociedad
2. Evaluar y diseñar la investigación científica	Describir y evaluar experimentos científicos y proponer maneras de responder científicamente a preguntas demostrando la capacidad de: <ul style="list-style-type: none">- Identificar el tema explorado en un estudio científico dado- Distinguir preguntas posibles para experimentos científicos- Proponer maneras de explorar científicamente una cuestión dada- Evaluar maneras de explorar científicamente una cuestión dada- Describir y evaluar diversos modos para garantizar la fiabilidad de los datos y la posible generalización de sus explicaciones
3. Interpretar datos y pruebas científicamente	Analizar y evaluar información científica y sacar conclusiones apropiadas demostrando la capacidad de: <ul style="list-style-type: none">- Transformar datos de una representación a otra- Analizar e interpretar datos y sacar conclusiones apropiadas- Identificar puntos de partida, pruebas y razonamientos en textos científicos- Distinguir entre argumentos basados en pruebas científicas y teoría y aquéllos basados en otras consideraciones- Evaluar argumentos y pruebas científicas procedentes de distintas fuentes

En este sentido, el enfoque evaluativo de PISA ha sido valorado por multitud de autores diferentes. Algunas de las críticas recibidas aluden a un enfoque excesivamente analítico de la competencia científica en las pruebas PISA, evaluándose las capacidades adquiridas de forma aislada, y por tanto, alejándose de la concepción holística original (Cañal

2012a; Cañal 2012b; Yus *et al.*, 2013). Por otro lado, algunos autores resaltan las bondades de PISA, ya que presenta un importante papel en la orientación de la enseñanza de las ciencias hacia tendencias metodológicas más innovadoras y efectivas. Así, el grado de concreción, la organización y la formulación de la competencia científica en PISA puede resultar muy útil para el diseño de actividades de aprendizaje. (Franco-Mariscal, Blanco-López y España-Ramos, 2017; Gil y Vilches, 2006)

Se hace patente por tanto la necesidad de búsqueda de nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, que ofrezcan actividades diversas y activas, encaminadas a alcanzar la adquisición de la competencia científica en su máxima plenitud. Una de estas metodologías, es la Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación, que será tratada en el siguiente apartado.

2.2. Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación

En tiempos pasados, numerosos estudios han puesto de relieve una disminución del interés de los jóvenes de primaria y secundaria por la ciencia y los estudios científicos, a pesar de las numerosas acciones que se están llevando a la práctica para invertir esta alarmante tendencia. Los orígenes de esa falta de interés se han ligado en gran medida a la forma en que se ha enseñado la ciencia en los centros educativos (Informe Rocard, 2007; Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2011).

Históricamente, se pueden contrastar dos enfoques pedagógicos en la enseñanza de las ciencias. El primero y más tradicional, es el “enfoque deductivo”, también denominado como transmisión descendente, expositiva, o no indagativa (Domin, 2007). Este estilo se centra en la figura del profesor, en las explicaciones y presentaciones de los contenidos científicos que el alumnado aplica *a posteriori* en ejercicios repetitivos (Domin, 2007; Informe Rocard, 2007). La visión de la ciencia en el ámbito escolar ha tenido durante años un marcado sesgo hacia este primer enfoque de corte reduccionista, poniendo su énfasis en el plano teórico y obviando todo aquello relacionado con la dimensión práctica, argumentativa, predictiva y el espíritu crítico (Martínez-Chico, 2013).

De esta forma, se hace evidente la necesidad de considerar a la ciencia no sólo como un cuerpo de conocimiento que refleja la actual comprensión del mundo, sino también como un conjunto de habilidades cognitivas, interpretativas y explicativas que permitan comprender de una forma más lúcida la realidad de nuestra sociedad; haciéndose hincapié en habilidades como: hipotetizar, fundamentar, argumentar, anticipar puntos de vista alternativos, justificar,

manejar datos o información, etc. (González, 2016; Larrain, 2009; NRC, 2011; Sauvé, 2010). Esta preocupación por una visión más amplia del conocimiento científico no es nueva, pues aparece incluso en muchos documentos curriculares, en sus diferentes grados de concreción (Martínez-Chico, 2013).

Aparece así un segundo estilo que pretende satisfacer las necesidades planteadas anteriormente. Se conoce desde hace tiempo como el “enfoque inductivo”, también llamado ascendente, no tradicional, de indagación o centrado en el estudiante. Este enfoque es en realidad una colección de diferentes métodos: aprendizaje por investigación orientada, aprendizaje por resolución de situaciones problemáticas... Todos ellos a menudo agrupados por compartir la misma característica superficial: no tratarse del estilo tradicional (Domin, 2007).

Además, desde el punto de vista del aprendizaje, todos estos métodos tienen un aspecto en común: el planteamiento a los alumnos de un desafío del que aprenderán todo lo que sea necesario saber para resolverlo (Pavon y Martínez, 2014; Prince y Felder, 2007). De este modo, al enfrentarse a un reto, ya sea de tipo teórico o práctico, los alumnos construyen su propio conocimiento interactuando con el contexto social y físico, siempre ayudados mediante el andamiaje proporcionado y guiado por el profesor (Informe Rocard, 2007, Pavon y Martínez, 2014).

Esta variabilidad de propuestas de enseñanza-aprendizaje basadas en el empleo de la investigación científica en el contexto escolar han convergido en la llamada “Enseñanza de las ciencias basada en la indagación” o “IBSE” (por sus siglas en inglés: *Inquiry Based Science Education*), denominación que utilizaremos de aquí en adelante. IBSE fue fomentada inicialmente desde el ámbito político-administrativo en EEUU con la publicación de los *Standards* de ciencias (NRC, 1996), si bien su aparición en Europa se asocia a la publicación del ya citado Informe Rocard (2007): “*Science Education Now*” (Couso, 2014). Su finalidad reside en la introducción de los alumnos tanto en el conocimiento puramente conceptual de las ciencias así como en los procesos de investigación; potenciando el aprendizaje de las formas de hacer, pensar y estudiar propias de los científicos que investigan sobre los fenómenos del mundo (Alake-Tuenter *et al.*, 2012; Martínez-Chico, 2013).

Cabe destacarse el notable auge de la IBSE en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias desde hace ya algunas décadas (Informe Rocard, 2007), señalándose como esa visión amplia e integradora del contenido científico tan necesaria, y que además, resulta muy interesante para trabajar y desarrollar las distintas competencias clave.

Según algunos autores, la indagación es el proceso intencional de diagnosticar problemas, criticar experimentos y distinguir alternativas, planificar investigaciones, investigar conjeturas, buscar información, construir modelos, debatir y formar argumentos coherentes (Linn, Davis y Bell, 2004). Si bien el término indagación parece ser sorprendentemente polisémico en la literatura educativa (Couso, 2014). Asimismo, no siempre se ha interpretado la enseñanza por indagación de la misma forma, dando lugar a importantes confusiones acerca de su funcionamiento tanto en docentes como formadores. (Barrow, 2006).

Como se resalta en Martínez-Chico (2013), el proyecto europeo *Pollen*, desarrollado desde 2006 hasta 2009, es una importante referencia para entender la IBSE (Worth, Duque y Saltiel, 2009). En él se incluye un diagrama (Figura 2) que representa el esquema de un proceso completo de indagación, en el que se diferencian seis actividades clave: cooperar, discutir, debatir, intercambiar, reflexionar y registrar.

En este mismo proyecto, se establecieron los principios fundamentales que deben tenerse en cuenta a la hora de una adecuada puesta en práctica de la IBSE (Worth *et al.*, 2009):

- Los estudiantes necesitan tener experiencia directa con los fenómenos que están estudiando. La experiencia favorece una mejor comprensión del mundo que les rodea, siendo el lenguaje por sí solo una herramienta insuficiente para cambiar sus ideas erróneas preconcebidas.
- Los estudiantes deben implicarse para comprender las preguntas o problemas que están trabajando. Estos problemas deben tener sentido para ellos.
- Los estudiantes deben aprender destrezas propias de la indagación científica: realizar observaciones determinando lo importante, formular preguntas, hacer predicciones, diseñar investigaciones (buscar pruebas para contrastar sus predicciones), analizar datos y apoyar sus afirmaciones en pruebas.
- Los estudiantes no deben limitarse a la mera manipulación, también deben razonar, hablar con los demás y redactor escritos para sí mismos y para otro público.
- Los estudiantes deben hacer uso de otras fuentes secundarias que estén al servicio de sus exploraciones, pero que no las sustituyan.
- Los estudiantes deben trabajar de forma cooperativa en grupos pequeños o grandes, compartiendo ideas, debatiendo y pensando sobre qué hacer y cómo hacerlo.

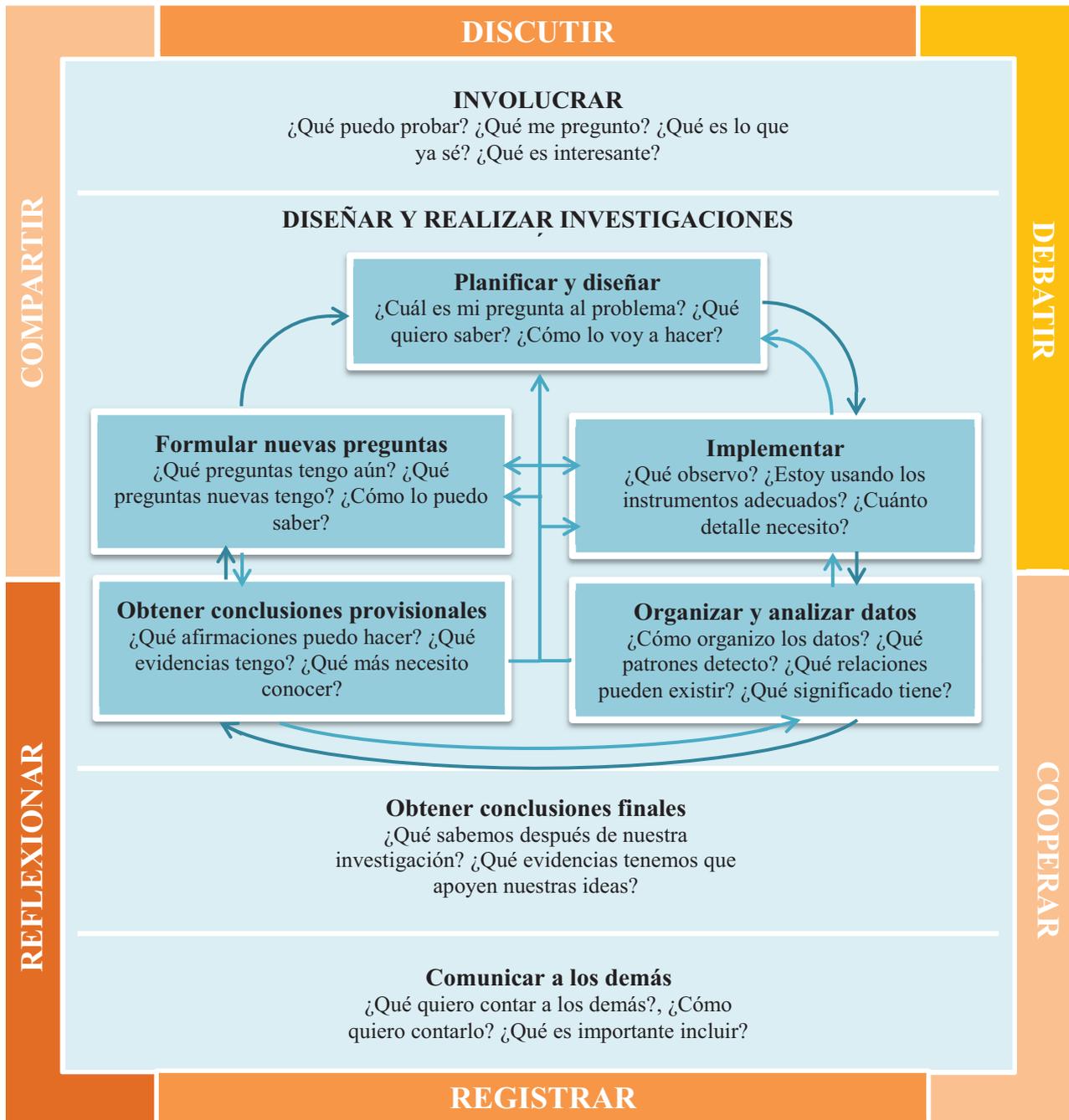


Figura 2. Actividades clave en el proceso de indagación (Modificado de Worth *et al.*, 2009).

De manera similar, el NRC (Consejo Nacional de Investigación, por sus siglas en inglés: *National Research Council*) describe los componentes básicos de este enfoque de indagación desde la perspectiva del que aprende. De acuerdo a dichos componentes, Martínez-Chico (2012, citado en Martínez-Chico, 2013) elabora un esquema del tipo de actividades que debería realizar el alumnado para aprender mediante la indagación:

- Enfrentarse a problemas o cuestiones de carácter científico. Las preguntas planteadas deben tener sentido para los estudiantes, tener relación con su experiencia y conocimiento personal y ser apropiadas para su nivel de desarrollo. En múltiples ocasiones será necesaria una tarea previa de observación, de búsqueda de información, de discusión o de exploración empírica antes de llegar a apropiarse de la cuestión a la que se enfrentan.
- Formular explicaciones propias justificadas en su experiencia, información recibida o conocimientos previos, de manera que al final del proceso sean conscientes de cuáles eran sus premisas e ideas erróneas (González, 2016).
- Buscar pruebas que permitan contrastar (confirmar o refutar) las explicaciones formuladas. Las pruebas pueden proceder de datos obtenidos a través de diseños experimentales propios, de la búsqueda de información o incluso de otros conocimientos ya afianzados.
- Analizar los datos recogidos e interpretar la información obtenida, adaptando el modelo o las explicaciones planteadas inicialmente a la nueva información y mejorando con ello su validez o utilidad. Esta parte de la indagación resulta especialmente significativa ya que aporta el componente interpretativo que permite conectar la teoría con la realidad circundante.
- Comunicar e intercambiar ideas entre los participantes, considerándose explicaciones alternativas a la propia y desarrollando un espíritu crítico.

Basándose en los documentos emitidos por la NRC, Martin-Hansen (2002) diferencia cuatro tipos diferentes de indagación en función del tipo de actividades que se espera que realicen los estudiantes (Martin-Hansen, 2002 citado en Reyes-Cárdenas y Padillas, 2012). Los cuatro tipos de IBSE: indagación abierta, indagación guiada, indagación acoplada e indagación estructurada; quedan recogidos en la Tabla 2

En cuanto a la eficacia de la IBSE, son numerosos trabajos empíricos los que apoyan e informan de resultados de aprendizaje positivos para los estudiantes tras su uso (Bevins y Price, 2016; Pedaste *et al.*, 2015). Otra bondad añadida a este enfoque de enseñanza es el hecho de que favorece el desarrollo del aprendizaje por parte de todo tipo de alumnado, desde los estudiantes con altas capacidades hasta aquellos más vulnerables al fracaso escolar o que requieren de adaptaciones por necesidades especiales (Pavón y Martínez, 2014).

Tabla 2: Tipos de enseñanza basada en la indagación (Reyes-Cárdenas y Padillas, 2012).

Indagación abierta	El estudiante diseña todo el protocolo de investigación: plantea la pregunta de investigación, diseña el procedimiento a seguir para alcanzar una respuesta y comunica los resultados obtenidos.
Indagación guiada	El profesor plantea la pregunta de investigación y actúa como apoyo y guía del estudiante durante el proceso de resolución de la misma. Numerosos estudios demuestran que esta orientación resulta beneficiosa para que el aprendizaje sea exitoso (Lazonder y Harmsen, 2016).
Indagación acoplada	Se considera una combinación de la indagación abierta y guiada. El profesor se encarga de seleccionar la pregunta de investigación pero se deja al estudiante que tome las decisiones que le permitan alcanzar la solución.
Indagación estructurada	El profesor dirige la investigación y los pasos que se deben seguir. El papel del estudiante es limitado por lo que se considera la más alejada de los principios de la IBSE.

Sin embargo, pese a que gran parte de la bibliografía existente sobre la IBSE reporta beneficios del uso de la investigación en el aula, también pone de relieve las frecuentes dificultades a las que se enfrentan los profesores a la hora de aplicación. Dificultades que incluyen: limitaciones de tiempo debido al excesivo contenido contemplado en los planes de enseñanza, procedimientos de evaluación inapropiados, falta de recursos -especialmente en lo referente al trabajo de laboratorio-, etc. (Bevins y Price, 2016). Asimismo, muchas propuestas basadas en la estrategia IBSE han sido duramente criticadas por diversos motivos (Couso, 2014; López-Gay, Jiménez-Liso y Martínez-Chico, 2015; Windschitl, Thompson y Braaten, 2008). Si bien las propuestas difieren en muchos aspectos y no son comparables entre sí, Couso (2014) resume las principales críticas a la IBSE en cuatro:

1. Reducir la clase de ciencias a aprender a indagar, dejando en un segundo plano el contenido conceptual que se torna pobre y poco claro.
2. Evaluar la calidad de la IBSE basándose en la motivación y actividad de los estudiantes, confundiendo estar activo físicamente con estar motivado y activo intelectualmente.
3. Otorgar un papel secundario al profesor, que se presenta como mero facilitador o guía en lugar de enfatizarse como activador del proceso de indagación.
4. Desconexión con el mundo de las grandes ideas, la teoría y el conocimiento científico.

A la luz de esta problemática no es de extrañar que numerosos autores hayan propuesto nuevas variantes de esta metodología de enseñanza-aprendizaje basada en la indagación, con el fin de garantizar su éxito durante la puesta en práctica. Un ejemplo es el de la “indagación orientada a argumentar” (*Argument-Driven Inquiry* o ADI), que pone su énfasis en el discurso y razonamiento público de las ideas que se construyen (Zemal-Saul, 2009). Un segundo ejemplo conocido es el de “la indagación centrada en modelizar” (*Model-Based Inquiry* o MBI) que se centra en el uso de los modelos como objetos de generación-creación continua, uso y revisión explícita (Couso, 2014; Windschitl *et al.*, 2008).

En definitiva, pese a las críticas recibidas y al no haberse “demostrado” su supremacía frente a otras metodologías de enseñanza y aprendizaje de contenidos científicos, un buen uso de la IBSE (alternándose con otro tipo de metodologías) constituye una herramienta prometedora en la didáctica de las ciencias que debe tenerse en consideración (Couso, 2014; Fibonacci, 2012; González, 2016).

2.3. Uso de tecnologías emergentes en la enseñanza de ciencias

2.3.1. Las TIC y las pedagogías emergentes

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) proporcionan un conjunto de herramientas poderosas para apoyar la IBSE. Se trata de herramientas muy diversas que aunque no estén concebidas obligatoriamente para la educación, pueden convertirse fácilmente en instrumentos pedagógicos muy útiles (Fibonacci, 2012). Algunos autores como Adell y Castañeda (2012) diferencian dos grandes grupos de TIC:

- Las TIC analógicas; aquellas herramientas de información y comunicación que se han utilizado de forma tradicional y se siguen usando en todas las aulas, como por ejemplo: pizarras, cuadernos, libros de texto, enciclopedias, etc. El informe TICSE 2.0 (2011, citado en Adell y Castañeda, 2012) concluye que pese a la abundancia de la tecnología digital, los materiales analógicos siguen siendo los recursos más utilizados en las aulas.
- Las TIC de la era digital; aquellas que se han desarrollado con el avance de la ciencia y la tecnología, representando en muchos casos “mejoras” de las analógicas. Algunos ejemplos son: pizarras digitales, *tablets*, ordenadores portátiles, *smartphones*, etc.

Las TIC “digitales” no son algo novedoso que haya aparecido recientemente. Tanto es así que los jóvenes que han crecido en la era de Internet son nativos digitales, que llevan incorporadas esas tecnologías en su vida cotidiana. Precisamente por ello, la integración de las TIC en la educación actual puede ayudar a mejorar la calidad educativa y cambiar el modelo tradicional de enseñanza en el que el docente dirige por completo el aprendizaje de los estudiantes, permitiendo el avance al ritmo de sus propias capacidades y resultando su uso más cotidiano en la vida de los alumnos que han crecido en ese entorno “digitalizado” (Restrepo-Durán, Cuello-Montañez y Contreras-Chinchilla, 2015; Zurita, 2018).

Pese a todo, la aplicación de las TIC en el aula también cuenta con limitaciones tales como el gasto económico, el acceso a la tecnología, las diferencias en las habilidades de los estudiantes o los problemas con el manejo de la conducta (Kennedy-Clark, 2011). Otro aspecto importante que se debe considerar es que la mera introducción de avances tecnológicos en las aulas no equivale a una innovación educativa. Así, pese a la abundancia de la tecnología digital y el uso extendido de las TIC, el paradigma didáctico puede continuar siendo clásico (Adell y Castañeda, 2012).

No obstante, son muchos los estudios que han manifestado que la integración de las TIC en el aula como recurso educativo (usándose no de manera esporádica ni como meras versiones digitales de las herramientas clásicas) puede reportar grandes beneficios en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Por ejemplo, el uso de las TIC puede resultar altamente motivador, haciendo que una lección resulte mucho más atractiva e interesante. Además, el uso de recursos como las simulaciones y los modelos pueden dar lugar a mejores resultados del aprendizaje, gracias a la visualización de conceptos abstractos de difícil comprensión. El buen uso de las TIC también puede resultar muy útil para la personalización del aprendizaje, el fomento del trabajo cooperativo, el desarrollo de la autogestión, el apoyo a la metacognición, la adquisición de habilidades específicas, la promoción del interés hacia las ciencias u otros campos, etc. (De Winter, Winterbottom y Wilson, 2010; Kennedy-Clark, 2011; Webb, 2005; Zurita, 2018).

Considerando el buen uso de las TIC en educación, surgen las llamadas “pedagogías emergentes”, un conjunto de enfoque e ideas pedagógicas que intentan aprovechar el potencial comunicativo, informacional, colaborativo, interactivo, creativo e innovador de las TIC en el marco de una nueva cultura del aprendizaje. La mayoría de estas ideas son adaptaciones al contexto actual de los jóvenes estudiantes de pedagogías anteriores que han sido exitosas, como el constructivismo social de Vigotsky, el aprendizaje andamiado, los

llamados “objetos fronterizos” o los modelos de “cajas de herramientas pedagógicas” (Adell y Castañeda, 2012).

Los siguientes apartados se centrarán en la descripción de algunas de las tecnologías emergentes que sirven de apoyo a las pedagogías emergentes. Antes de pasar ellos, conviene aclarar que el término “tecnologías emergentes” se acuña en referencia a aquellas tecnologías todavía poco difundidas y utilizadas, configurando un conjunto de herramientas, conceptos, innovaciones y avances utilizados en diversos contextos educativos, cuyo impacto es incipiente y genera grandes expectativas (Adell y Castañeda, 2012; Veletsianos, 2010).

Así, las tecnologías emergentes ofrecen múltiples posibilidades en el ámbito de ciencias, como el uso de sensores de laboratorio de bajo coste, de tecnologías web y de computación, de *software* y recursos de código abierto, de entornos de realidad aumentada y realidad virtual inmersiva, de juegos educativos, etc. (Makokha, 2017).

Mantenerse al día con las tecnologías emergentes, así como con las pedagogías emergentes no es una tarea sencilla. Requiere mucho esfuerzo por parte de las de los docentes que deben desarrollar de manera continua su competencia digital mediante la formación en el uso de las TIC (Zurita, 2018).

Uno de los ejemplos de tecnologías emergentes más sonado en la actualidad y objeto de este trabajo es la Realidad Virtual Inmersiva (RVI) así como otros tipos similares de RV como la realidad aumentada. Estas herramientas pueden facilitar el empleo de una metodología activa que motive a los alumnos a que ellos sean los protagonistas de su propio aprendizaje y asimilen los conocimientos en primera persona. Además, pueden ser herramientas muy válidas para alcanzar los niveles más elevados de la conocida taxonomía de Bloom, a los que generalmente, el alumno llega con mayor dificultad (Figura 3) (Vera, Ortega y Burgos, 2003; Zurita, 2018).



Figura 3. Categorías de la Taxonomía de Bloom según Vera *et al.*, 2003.

Si bien no debe olvidarse que estas tecnologías no son acertadas en todas las situaciones, lo cierto es que constituyen un medio prometedor a tener en cuenta entre la amplia variedad de posibilidades que existen.

A continuación se desarrollan las principales características de la realidad virtual así como de la realidad aumentada en el ámbito de la Biología y Geología.

2.3.2. Realidad Virtual Inmersiva

El concepto de Realidad Virtual (RVI) hace referencia a toda una realidad simulada, que se construye con sistemas informáticos mediante el uso de formatos digitales. Los ambientes simulados pueden ser reflejo de la realidad en la que vivimos o pueden ser imaginarios. Con esta experiencia se genera una sensación de inmersión completa y desconexión de la realidad (Martín-Gutiérrez, Efrén, Añorbe-Díaz y González-Marrero, 2017; Zoem Innovación Educativa, 2016).

Aunque su uso en el ámbito de la educación secundaria obligatoria resulte muy novedoso, lo cierto es que la RV como tal, no es una tecnología reciente. La idea surgió en 1965 con la publicación de “*The Ultimate Display*” de Ivan Sutherland, donde se definía el concepto por primera vez. Durante la década de los 80 la RVI ya se usaba en los simuladores de vuelo para entrenar a los pilotos. Con el avance de la tecnología y la reducción de los costos, la RVI cobra fuerza y promete estar disponible para todos los públicos, estableciéndose como un recurso muy prometedor en el campo de la educación (Zoem Innovación Educativa, 2016).

Construir y visualizar esta realidad alternativa requiere un *hardware* y un *software* lo suficientemente potentes como para crear una inmersión realista. Así, como se señala en Zoem Innovación Educativa (2016), para visualizar la RVI se necesita cierto equipamiento (al menos unas gafas y un equipo como el ordenador, la consola de juegos o un *smartphone/tablet*). De este modo y teniendo en cuenta el costo, se pueden distinguir 3 tipos de dispositivos:

- De gama baja: es el caso de las *Google Cardboard* (Figura 4) y similares. Estas gafas están hechas de cartón y utilizan un *smartphone* para realizar el procesamiento de las imágenes. Aunque su calidad en lo relativo a las prestaciones y la comodidad sea baja, su económico precio hace que sean una gran apuesta en las aulas.



Figura 4. *Google Cardboard.* Imágenes tomadas de *Google Imágenes.*

- De gama media: el procesamiento sigue llevándose a cabo a través de un *smartphone*. La diferencia con los dispositivos de gama baja reside en las gafas, donde se aprecia una mayor calidad del material y una mayor comodidad. Un ejemplo conocido de dispositivos de gama media son las *Samsung Gear VR* (Figura 5).



Figura 5. *Samsung Gear VR.* Imágenes tomadas de *Google*

- De gama alta: el procesamiento se realiza a través de un ordenador o consola, lo que le confiere mayor potencia y realismo. Las gafas también cuentan como una resolución mayor y además se incluyen mandos y sensores que permiten la interacción. Ejemplos conocidos son *Oculus Rift VR*, *HTC Vive* o *PlayStation VR* (Figura 6).



Figura 6. *Hardware* de RV de alta gama. Imagen tomada de *Google Imágenes.*

En cuanto al *software*, encargado de crear o recrear el entorno utilizando cámaras de fotos de 180° o 360° o recreaciones digitales, se pueden distinguir dos grandes categorías (Figura 7):

- Los entornos estáticos de RVI: aquellos que sólo permiten observar imágenes en todas las direcciones pero sin movimiento.
- Los entornos dinámicos de RVI: vídeos que simulan o recrean un entorno con movimiento en el que se permite la interacción del usuario y se produce una impresionante sensación de inmersión.



Figura 7. Entornos de RV: a) Estático; b) Dinámico. Imágenes tomadas de *Google Imágenes*.

Este amplio abanico de posibilidades permite crear entornos de aprendizaje desde un enfoque constructivista, y por ende, desde un enfoque IBSE; ayudando así a los alumnos a obtener todos los beneficios del aprendizaje (Martín-Gutiérrez *et al.*, 2017).

2.3.3. Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada (RA) ha ido recibiendo cada vez más atención desde que se utilizara por primera vez en la década de 1990 para la formación de pilotos (Chen, Liu, Cheng y Huang, 2017). Así, las *i-glasses*, los *heads-up displays* y los parabrisas de coche con datos se han convertido probablemente en los productos de RA más conocidos; pero la tecnología se ha utilizado en muchas otras industrias, llegando incluso al ámbito de la educación (Salmi, Thuneberg y Vainikainen, 2017). De hecho, España es uno de los países que más ha contribuido con estudios de RA en el ámbito educativo entre 2011 y 2016 (Chen *et al.*, 2017).

La RA queda definida por algunos autores como el aumento del entorno real percibido por los sentidos humanos y enriquecido con información virtual adicional generada por ordenador. La RA permite así la interacción entre el usuario y el entorno físico y real (Carbonell y Bermejo, 2017). La RA se considera un subconjunto de la RV, distinguiéndose

una de otra de la siguiente forma: mientras la RA añade o superpone información (mediante imágenes, vídeos u objetos 3D entre otros) al mundo físico de manera interactiva en tiempo real, la RVI reemplaza al mundo físico con un entorno meramente virtual e inmersivo (Restrepo-Durán *et al.*, 2018).

Según varios autores (De la Horra, 2017; Prendes, 2015; Restrepo-Durán *et al.*, 2018) se clasifican varios niveles de RA según la complejidad de las tecnologías involucradas en su desarrollo y la interactividad de las aplicaciones. De este modo, distinguimos cuatro niveles:

- Nivel 0.

Este nivel se basa en el uso de códigos que al ser capturados por una cámara (*webcam*, cámara de un *smartphone*, *tablet*...) actúan como hiperenlaces a otros contenidos web o nos proporcionan información en forma de texto, sonido, etc. El código más utilizado es el código QR (Figura 8).



Figura 8. Nivel 0 de RA mediante el uso de un código QR. Imagen tomada de *Google Imágenes*.

- Nivel 1.

Este nivel está basado en marcadores. Un marcador es una imagen con características determinadas sobre la que se superpone el contenido virtual aumentado (Figura 9). Si la imagen es movida, la información superpuesta sobre ella seguirá su movimiento, pues el *software* es capaz de seguir la imagen. Este es el nivel más usado.

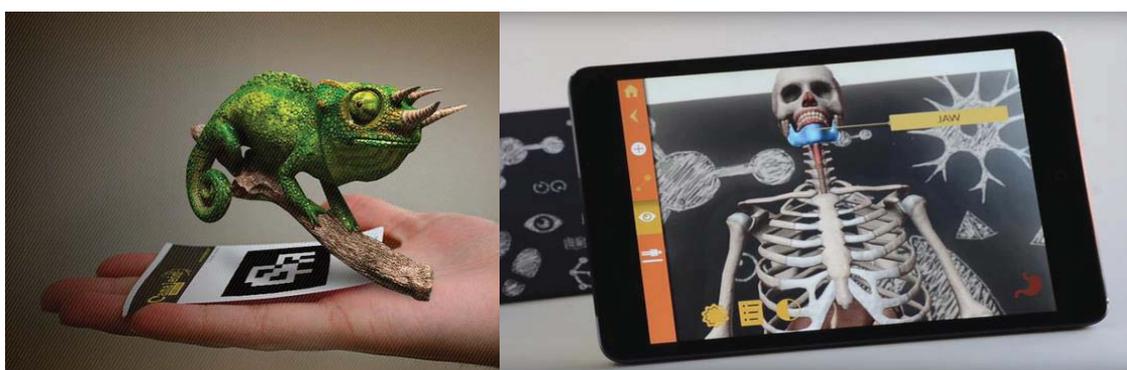


Figura 9. Ejemplos de RA basada en marcadores. Imágenes tomadas de *Google Imágenes*.

- Nivel 2.

En este nivel no existen códigos ni marcadores, la RA se basa en la geolocalización mediante el uso del GPS y la brújula de los dispositivos electrónicos (Figura 10).



Figura 10. Ejemplos de RA basada en la geolocalización. Imagen tomada de *Google Imágenes*.

- Nivel 3.

Este nivel se conoce como “Visión Aumentada” y es inmersivo. En este tipo de RA se pasa del monitor o el *display* del dispositivo inteligente a *displays* muy ligeros y transparentes que se pueden llevar encima, como las gafas (Figura 11).



Figura 11. Visión Aumentada. Imagen tomada de *Google Imágenes*.

2.4. Ejemplos de recursos de Realidad Virtual Inmersiva y otros

Es conocida la existencia de programas que permiten elaborar recursos de realidad virtual inmersiva, como es el caso de *Skechfab VR*, *CoSpaces* y *Holobuilder*, entre otros (Castellano-Simón, Díaz y Carrillo-Rosúa, 2018). Sin embargo, durante la elaboración de este trabajo se ha detectado una carencia manifiesta de estudios en los que se revise el estado actual de los recursos educativos ya creados de RV, RA u otros similares en el campo de la enseñanza de la Biología y Geología.

Por ello, el propósito de este apartado es el de realizar una pequeña búsqueda de recursos de este tipo que se encuentren ya disponibles para su aplicación inmediata y que puedan resultar útiles en la asignatura de Biología y Geología (Tabla 3). Es importante señalar que se trata de una búsqueda somera que no pretende entrar en mucho detalle, pues no es esta la finalidad del presente trabajo.

Con objeto de acotar la búsqueda, los recursos aquí expuestos están enfocados a cubrir los contenidos del currículo del primer curso de la ESO, ya que es este el curso en el que se centran las propuestas didácticas que se desarrollarán más adelante. Los criterios utilizados para la realización de la búsqueda de estos recursos fueron los siguientes:

Por un lado, se realizó una búsqueda de aplicaciones de RV y RA. Esta se ha realizado en la *Play Store* de *Google*, por ofrecer aplicaciones dirigidas al sistema operativo *Android*, el más utilizado del mercado. Debido a la amplia oferta de aplicaciones, se utilizaron palabras clave referentes a algunos contenidos estudiados en la materia de biología y geología en 1º de ESO, acompañadas por “realidad virtual” o “realidad aumentada”. Para cada palabra clave, elegida en relación a los bloques de contenido tratados en ese nivel, se escogieron las 3 aplicaciones tanto de RV como de RA que más se ajustaron a los siguientes requisitos:

- Ser, verdaderamente, aplicaciones de RV o RA.
- Ser gratuitas y estar disponibles en español o en inglés.
- Tener valoraciones de 4 o más estrellas (siendo el máximo 5) y contar con un alto número de votaciones (más de 300 en caso de RV y de 20 en caso de RA).
- Ser herramientas útiles para el ámbito educativo y estar relacionadas con las palabras clave y/o a los contenidos que se tratan en la materia.

Por otra parte se realizó una búsqueda de otros 3 recursos web (programas de simulación, juegos interactivos, páginas con información de interés...) relacionados con las mismas palabras clave y que pudieran complementar a las aplicaciones anteriores, y en definitiva, resultar útiles desde un punto de vista didáctico. Esta búsqueda se realizó a través del buscador general *Google*, utilizando las mismas palabras clave que en el caso anterior y añadiendo “programa *online*”. Tras el análisis de las webs obtenidas mediante dicha búsqueda, se seleccionaron los 3 primeros recursos encontrados que mejor encajaran con los contenidos estudiados en 1º de ESO, que estuvieran disponibles en español o inglés y que mostraran asimismo una interfaz atractiva y fácil de utilizar.

Tabla 3: En esta tabla se recogen las aplicaciones de RV y RA así como las webs *online* encontradas tras la búsqueda realizada, ajustada a los criterios comentados en el texto. En morado se señalan las compañías que han desarrollado cada aplicación y los enlaces de otros recursos.

Palabras Clave	Aplicaciones RV	Aplicaciones RA	Otros (programas <i>online</i> , webs de interés...)
Sistema solar	Solar System VR Cardboard (<i>Onepixelsoft</i>)	Sistema Solar RA (<i>Newrona</i>)	Solar System Scope https://www.solarsystemscope.com/
	Titans of Space Cardboard VR (<i>Drash VR LLC</i>)	Solar System AR (ARCore) (<i>Guida Pasquale</i>)	Celestia https://celestia.space/
	Solar VR (<i>INOVE, s.r.o.</i>)	Solar System RA (RA Apps – Capucci Technologies)	Astronoo http://www.astronoo.com/es/
(La) Célula	InCell VR (Cardboard) (<i>Nival</i>)	División celular 3D (<i>LIITEC ULS</i>)	iCell http://icell.hudsonalpha.org/
	Bacterias en 3D educativo (<i>Mozaik Education</i>)	Biología RA* (<i>utpl</i>)	Sheppard Software’s Cell Games https://www.sheppardsoftware.com/health/anatomy/cell/index.htm
	Expediciones Ej. Inside a Cell (<i>Google LLC</i>)	Cellular* (<i>MDUSE INNOVATIONS</i>)	Educaplay https://es.educaplay.com/recursos-educativos/573580-la_celula_animal.html
Ecosistema	Cardboard Ej. La Tierra (<i>Google LLC</i>)	Argeo Realidad Aumentada (<i>Golondrina Dev</i>)	Paseo por un parque virtual http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material033/
	Expediciones Ej. Biomes (<i>Google LLC</i>)	WWF Free Rivers * (<i>World Wildlife Fund</i>)	Botanical-online: Ecosistemas https://www.botanical-online.com/naturaleza/ecosistemas-caracteristicas
	YouTube VR Ej. National Geographic 360° Videos (<i>Google LLC</i>)	LandscapAR augmented reality* (<i>Weekend Labs UG.</i>)	BOSQUES. Un acercamiento a la ecología http://ntic.educacion.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem2009/bosques/Principial/indextot.html

* Las aplicaciones marcadas con asterisco no cumplen los criterios relativos al número de votaciones y/o a valoración superior a 4 estrellas. Esto es debido a la ausencia de aplicaciones que se ajusten a todos los criterios.

Señalar aquí que la presente búsqueda no resultó sencilla debida a la escasez de resultados encontrados que se ajustaran a los criterios utilizados, por ello se limitó la elección de aplicaciones/recursos web a sólo tres ejemplos.

A continuación se describen someramente las características de dos de ellos: las aplicaciones de RVI: *Titans of Space* y Expediciones de *Google*, por ser las dos utilizadas en nuestra propuesta didáctica:

Titans of Space

Titanes de Space (Figura 12) ofrece una breve visita guiada en RVI por el Sistema Solar y algunas de las estrellas más conocidas. Durante la visita podrán compararse los tamaños relativos de los planetas y lunas, que han sido reducidos a una millonésima parte de su tamaño real. Además, la visita cuenta con una narración y textos informativos en la mayoría de las paradas, ambos traducidos al español. La aplicación puede visualizarse a través de las *Google Cardboard*.

Expediciones de *Google*

Expediciones de *Google* (Figura 13) es una herramienta pedagógica de RV que permite dirigir o participar en viajes virtuales envolventes por todo el mundo; visitando desde monumentos históricos, hasta parajes naturales o incluso el espacio exterior. Se trata de un recurso especialmente diseñado para usarse en las aulas, permitiendo al profesor hacer de “guía” y dirigir a toda una clase de “exploradores” por una serie de imágenes en 3D y con panorámicas de 360° mientras señala lo más interesante a lo largo del recorrido. Al igual que en el caso anterior, la aplicación puede visualizarse a través de las *Google Cardboard*.



Figura 12. Vista de la aplicación *Titan of Space*. Imagen tomada de *Google* Imágenes.



Figura 13. Vista de la aplicación *Expediciones de Google*. Imagen tomada de *Google* Imágenes.

3. MARCO CURRICULAR

La propuesta didáctica diseñada en este trabajo se ha realizado de forma coherente a lo establecido en las siguientes ordenanzas:

- Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2013).
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015*b*).
- Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía (Consejería de Educación, 2016*a*).
- Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado (Consejería de Educación, 2016*b*).
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015*a*).

Dicha propuesta se subdivide en dos grandes tareas de indagación dirigidas al alumnado de Biología y Geología de primer curso de la ESO, curso en el que la asignatura tiene carácter de materia general del bloque de asignaturas troncales de primer ciclo. En este curso se hace hincapié en los seres vivos, su interacción con el medio físico y la importancia de la conservación del medio ambiente (Consejería de Educación, 2016*b*).

Las actividades que se proponen abarcan los tres primeros bloques de contenido en los que se organiza este curso. Los contenidos concretos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables que se trabajarán en dichas actividades se encuentran entre los señalados en el Real Decreto 1105/2014 y en la Orden de 14 de julio de 2016, y se recogen en la Tabla 4.

Tabla 4: Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables trabajados en nuestra propuesta didáctica, recogidos del R.D. 1105/2014 y la Orden de 14 de julio de 2016.

Biología y Geología 1º ESO		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Bloque 1. Habilidades, destrezas y estrategias. Metodología científica		
La metodología científica. Características básicas.	1. Utilizar adecuadamente el vocabulario científico en un contexto adecuado a su nivel.	1.1. Identifica los términos más frecuentes del vocabulario científico, expresándose de forma correcta tanto oralmente como por escrito.
	2. Buscar, seleccionar e interpretar la información de carácter científico y utilizar dicha información para formarse una opinión propia, expresarse con precisión y argumentar sobre problemas relacionados con el medio natural y la salud.	2.1. Busca, selecciona e interpreta la información de carácter científico a partir de la utilización de diversas fuentes. 2.2. Transmite la información seleccionada de manera precisa utilizando diversos soportes. 2.3. Utiliza la información de carácter científico para formarse una opinión propia y argumentar sobre problemas relacionados.
Bloque 2. La Tierra en el Universo		
Características del Sistema Solar y de sus componentes. El planeta Tierra. Características. Características que hicieron de la Tierra un planeta habitable.	2. Exponer la organización del Sistema Solar así como algunas de las concepciones que sobre dicho sistema planetario se han tenido a lo largo de la Historia.	2.1. Reconoce los componentes del Sistema Solar describiendo sus características generales.
	3. Relacionar comparativamente la posición de un planeta en el sistema solar con sus características.	3.1. Precisa qué características se dan en el planeta Tierra, y no se dan en los otros planetas, que permiten el desarrollo de la vida en él.
	4. Localizar la posición de la Tierra en el Sistema Solar.	4.1. Identifica la posición de la Tierra en el Sistema Solar
	15. Seleccionar las características que hacen de la Tierra un planeta especial para el desarrollo de la vida.	15.1. Describe las características que posibilitaron el desarrollo de la vida en la Tierra.
Bloque 3. La Biodiversidad en el planeta Tierra		
Sistemas de clasificación de los seres vivos. Características anatómicas y fisiológicas.	3. Reconocer las características morfológicas principales de los distintos grupos taxonómicos.	3.1. Aplica criterios de clasificación de los seres vivos, relacionando los animales y plantas más comunes con su grupo taxonómico.
	7. Determinar a partir de la observación las adaptaciones que permiten a los animales y a las plantas sobrevivir en determinados ecosistemas.	7.2. Relaciona la presencia de determinadas estructuras en los animales y plantas más comunes con su adaptación al medio.

Las tareas de indagación enmarcadas en nuestra propuesta, persiguen iniciar al alumnado en la consecución, a largo plazo, de los objetivos establecidos para esta etapa y en el desarrollo de las competencias básicas, de acuerdo a lo establecido en la normativa (Consejería de Educación, 2016b; Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015b). Las competencias que se trabajarán en mayor medida son:

1. Competencia matemática y competencias basadas en ciencia y tecnología (CMCT).

Esta competencia será ampliamente trabajada, ya que se seguirán en todo momento los procedimientos característicos de los métodos de la ciencia. Se trabajarán especialmente las sub-competencias científicas, ya que los estudiantes deberán realizar predicciones apropiadas y argumentadas, ofrecer hipótesis explicativas, diseñar el transcurso de sus investigaciones o analizar e interpretar datos y sacar conclusiones, entre otros aspectos (véase apartado 2.1.2).

2. Competencia digital (CD)

La CD se desarrollará gracias al uso de tecnologías como las simulaciones virtuales y otras, mediante las que los estudiantes conocerán, buscarán, seleccionarán, analizarán y presentarán la información requerida para completar cada actividad.

3. Competencia en comunicación lingüística (CCL)

Dicha competencia será ampliamente trabajada durante la propuesta al utilizarse una metodología activa que implica una intensa comunicación. De este modo, los estudiantes se enfrentarán a situaciones de lectura comprensiva y contextos comunicativos que demandan el uso de un lenguaje rico y variado, con un fuerte carácter científico.

4. Competencia sociales y cívicas (CSC)

El trabajo cooperativo propuesto en las actividades y la presentación de problemáticas que atañen a la población y al medio ambiente propiciarán el dialogo constructivo y razonado, creando una atmósfera comunicativa de respeto y tolerancia hacia las opiniones de los demás.

5. Conciencia y expresiones culturales (CEC)

La cultura científica que se alcanzará tras el desarrollo de las actividades fomentará la adquisición de CEC.

Tanto los objetivos como las competencias comentadas, se alcanzarán mediante el uso de la metodología IBSE. La elección de este tipo de metodología activa queda respaldada por las recomendaciones que aporta la propia normativa. Así, en el artículo 7 del Decreto 111/2016, “Recomendaciones de metodología didáctica” (Consejería de Educación, 2016a), se señalan aspectos como los siguientes:

- “Las líneas metodológicas de los centros docentes tendrán la finalidad de favorecer la implicación del alumnado en su propio aprendizaje, estimular la superación individual, el desarrollo de todas sus potencialidades, fomentar su autoconcepto y su autoconfianza, y los procesos de aprendizaje autónomo, y promover hábitos de colaboración y de trabajo en equipo” (punto 4, p.32).
- “Las programaciones didácticas [...] incluirán actividades que estimulen el interés y el hábito de la lectura, la práctica de la expresión escrita y la capacidad de expresarse correctamente en público” (punto 5, p. 32).
- “Se estimulará la reflexión y el pensamiento crítico en el alumnado, así como los procesos de construcción individual y colectiva del conocimiento, y se favorecerá el descubrimiento, la investigación, el espíritu emprendedor y la iniciativa personal” (punto 6, p. 32).
- “Se desarrollarán actividades [...] para aplicar procesos de análisis, observación y experimentación, adecuados a los contenidos de las distintas materias” (punto 7, p. 32).
- “Se emplearán metodologías activas que contextualicen el proceso educativo [...] favoreciendo la participación, la experimentación y la motivación de los alumnos y alumnas” (punto 9, p. 32).

Todos estos aspectos se persiguen en la metodología IBSE que proponemos en este trabajo. Por otra parte, el uso de tecnologías emergentes, como la RVI o la RA, cubrirán los puntos 8 y 11 (p.32) de las citadas recomendaciones, respectivamente: “se adoptarán estrategias interactivas que permitan compartir y construir el conocimiento” y “las tecnologías de la información y de la comunicación para el aprendizaje y el conocimiento se utilizarán de manera habitual como herramientas integradas para el desarrollo del currículo”. Además, la aplicación de estas tecnologías será muy útil en el desarrollo de competencias de las competencias básicas citadas anteriormente.

4. PROPUESTA DIDÁCTICA

En este apartado se presenta una propuesta didáctica basada en la metodología IBSE y en el uso de las tecnologías emergentes. Esta propuesta se divide en dos tareas independientes ideadas para trabajar algunos de los contenidos incluidos en el currículo básico de 1º de ESO en la materia de Biología y Geología. Dichas tareas se plantean como tareas de indagación, que se componen de una secuencia de actividades recogidas en distintas fases, enfocadas a la consecución de un aprendizaje. El hecho de organizar todo el proceso en etapas o fases, pretende seguir un ciclo que emule la investigación científica real: reconocimiento de una situación problemática, planteamiento de preguntas e hipótesis, estudio y recopilación/generación de datos, análisis y obtención de conclusiones (Couso, 2014).

Cada fase se ha diseñado para que ocupe, aproximadamente, una sesión lectiva de 45-50 minutos. Entre los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades de ambas tareas se encuentran: un aula dotada con ordenadores o *tablets*, dispositivos móviles, visores *Google Cardboard* y herramientas TIC y materiales de apoyo facilitados por el profesor (se verán más adelante en mayor detalle). La organización del aula para ambas tareas será grupal en algunos momentos concretos, si bien se trabajará mayormente en grupos reducidos y heterogéneos de 4 o 5 estudiantes.

La primera tarea propuesta, “Un nuevo hogar para la humanidad”, se centra en aquellos contenidos relacionados con el Sistema Solar y las características que hacen de la Tierra un lugar habitable (contenidos del Bloque 1: La Tierra en el Universo). La segunda tarea propuesta, “¿Adaptado a su medio? Estudio de casos”, está enfocada en el desarrollo del concepto de adaptación y la detección de ejemplos concretos en varios animales, repasando también contenidos referentes a la clasificación de los seres vivos o los distintos tipos de ecosistemas (contenidos del Bloque 2: La Biodiversidad en el planeta Tierra). A continuación se detallan las características de las dos tareas que conforman nuestra propuesta.

4.1. Desarrollo de las tareas

4.1.1. Un nuevo hogar para la humanidad

Las características referentes a la descripción, contenidos y competencias trabajadas, estructura de las distintas fases que conforman esta primera tarea, recursos, escenarios y organización del aula, así como la evaluación de la misma, se encuentran reflejadas de manera esquemática en el Anexo 1. A continuación, se realiza una explicación detallada de los contenidos de la misma:

► **1ª Fase: Una carta especial**

La tarea se inicia con una introducción oral del profesor, situando a los estudiantes en un futuro hipotético en el que ellos se han convertido en afamados astrobiólogos. En este contexto, se señala la llegada de una carta especial que los convoca a formar parte de la tripulación de una misión espacial encargada de buscar el planeta más apto de nuestro Sistema Solar para establecer en él un asentamiento humano. Una propuesta de carta podría ser la siguiente:

“9 de mayo de 2050,

La Tierra, nuestro hogar, se está muriendo.

El aumento sin precedentes de la población humana ha sobrecargado los sistemas ecológicos y sociales. Los patrones dominantes de producción y consumo de la sociedad moderna han causado el agotamiento de los recursos, la destrucción de hábitats y la extinción masiva de especies. Con una agricultura, ganadería y pesca cada vez más limitadas, la supervivencia de la especie humana se encuentra gravemente amenazada.

Hemos cruzado el punto de no retorno y la humanidad debe buscar un futuro. Por ello, desde la Agencia Espacial Internacional (A.E.I) se ha lanzado la misión “Home Seeker”, con el objetivo de buscar un nuevo hogar en nuestro Sistema Solar donde empezar de nuevo, esperamos que esta vez de una manera más inteligente y sostenible. Debemos aunar nuestras fuerzas, dejar a un lado nuestras diferencias y trabajar juntos en la búsqueda de un planeta cercano que reúna las características más aptas para el establecimiento de un futuro asentamiento humano.

Nos es conocida su importante labor científica en el campo de la astrobiología, por este motivo, ha sido usted elegido para formar parte de la tripulación del Home Seeker. Por favor, le ruego se ponga en contacto con nosotros de manera inmediata para empezar cuanto antes esta aventura que se nos presenta.

Saludos cordiales,

Departamento de Astrobiología, Agencia Espacial Internacional”



Tras su lectura en voz alta por parte de un voluntario, se plantean algunas preguntas a la clase para responder de manera oral a modo de coloquio:

- ¿Crees que lo que se comenta en el primer párrafo está ocurriendo actualmente?
- ¿Has visto, oído o leído alguna noticia relacionada con el agotamiento de recursos, la destrucción de hábitats o extinción de especies? ¿Podrías señalar un caso concreto?
- ¿Consideras que la búsqueda de un nuevo planeta donde vivir es factible?
- ¿Sabes si las agencias espaciales actuales trabajan en esta idea?
- ¿Crees que podrían plantearse otras alternativas a la colonización de nuevos planetas?

La participación del alumnado estará siempre regulada por el profesor, siendo este quién conceda la palabra. En los casos que se requiera, el profesor realizará algunas de las preguntas particularmente a aquellos alumnos menos participativos, con el fin de involucrar a toda la clase en la actividad.

Tras la introducción de la tarea y presentación de la problemática sobre la que se trabajará, el profesor formará equipos o “tripulaciones” de 4 alumnos de manera heterogénea. Seguidamente el profesor lanzará la siguiente pregunta que dará pie a la elaboración de las hipótesis de trabajo:

- Tomando como referencia nuestro planeta Tierra, el único en el que conocemos la existencia de vida, ¿cuáles creéis que son las características que deberíamos buscar en otros planetas de nuestro Sistema Solar para que puedan albergar vida humana? ¿Cuál podría ser el planeta idóneo?

Atendiendo a los conocimientos previos, cada grupo elaborará sus hipótesis, en las que reflejarán cuáles deberían ser las características que presente el planeta idóneo para posibilitar un asentamiento humano y cuál podría ser ese planeta que las reúna. Estas serán la hipótesis que los estudiantes deberán contrastar al final de su viaje de investigación.

2ª Fase: Estudio planetario

En esta segunda fase se trabajará, por grupos, en el diseño de la herramienta de investigación, concretamente, en el diseño de una “guía” que contenga la información que deberá recopilarse para poder contrastar las hipótesis planteadas en la sesión anterior.

En un plazo de 20 minutos aproximadamente y ayudándose de los libros de texto y de *Internet*, cada equipo buscará información sobre las características de nuestro planeta que posibilitan la vida tal y como la conocemos. Finalizado este tiempo y con la ayuda del profesor, se pondrán en común las respuestas de los distintos grupos y se seleccionaran las características básicas que hacen que un planeta sea habitable.

En este momento, atendiendo a las conclusiones alcanzadas y las hipótesis que el equipo planteó inicialmente, se pedirá a cada grupo que elabore un documento llamado “Estudio planetario”, en el que se diseñe una ficha con la información recopilada que sirva como guía para la investigación posterior. Así, se explicará a los alumnos que las fichas deben permitir marcar, en cada planeta que visiten, el cumplimiento o no de los requisitos necesarios para ser habitable. Además de los requisitos fundamentales, será útil conocer otras características como su tamaño, duración de los días y los años, satélites, etc. Durante la elaboración de la ficha los equipos contarán con la ayuda y orientación del profesor. En caso de que un equipo presente grandes dudas sobre su elaboración, el profesor le facilitará la siguiente propuesta de ficha para ser usada como referencia en la realización de su propia guía de estudio:

Nombre del Planeta:		
¿Se cumple el requisito?	Sí	No
Planeta rocoso		
Atmósfera protectora		
Agua		
Campo magnético		
Otras características de interés		
Tamaño		
Temperatura		
Duración días y años	Días:	Años:
Distancia del Sol a la que se encuentra (posición)		
Satélites		
Otras		

Finalmente, señalar que el profesor deberá facilitar un *Drive* común donde cada equipo pueda crear su propia carpeta y subir su estudio.

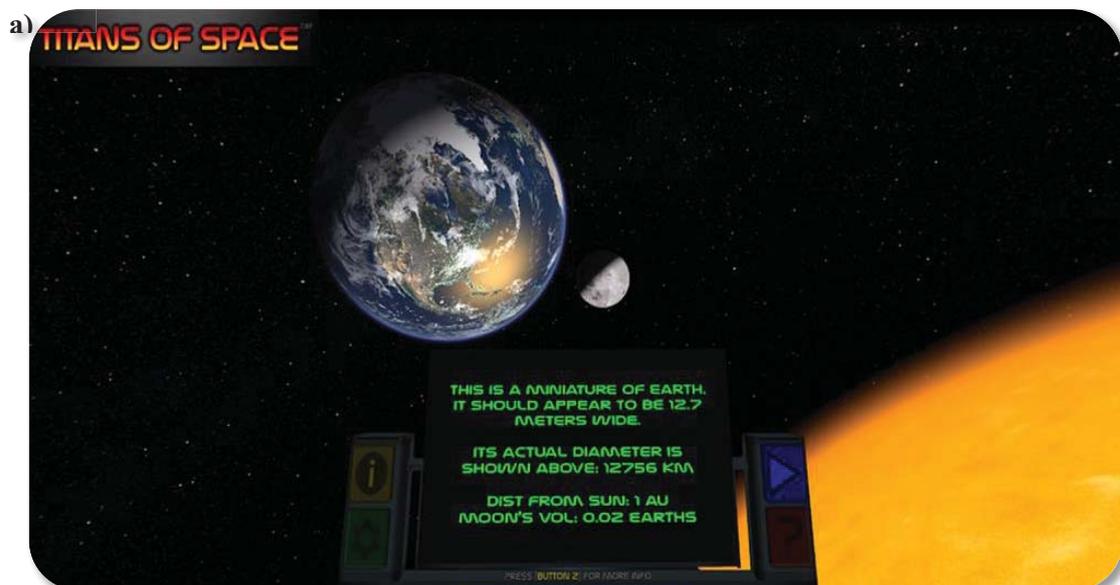
► **3ª Fase: El viaje espacial**

En esta fase de la actividad se realizará el viaje espacial en el que se recabará la información necesaria para completar el “Estudio planetario”. Las herramientas TIC que se utilizarán (Figura 14) en esta fase han sido escogidas por ser muy completas, contar con una buena crítica y estar disponibles en español. Dichas herramientas son:

- La aplicación de RVI gratuita: *Titans of Space* (previamente se habrá descargado en los dispositivos móviles y se habrán elaborado los visores de *Google Cardboard*).
- El programa *online*: *Solar System Scope* (<https://www.solarsystemscope.com/>).
- La web *online*: *NASA Space Place* (<https://spaceplace.nasa.gov/menu/solar-system/sp/>).

Durante la misión espacial, los miembros de cada equipo estudiarán las características del mismo planeta simultáneamente, sin embargo, dos de ellos (“exploradores”) lo harán a través de la herramienta de RVI, mientras que los otros dos (“investigadores a bordo”), utilizarán los dos recursos TIC restantes. De este modo, todos los integrantes del equipo trabajarán sobre el mismo planeta, contrastando la información que recopilen a través de las distintas fuentes. Pasados 20 minutos se invertirán los papeles y continuarán recopilando la información necesaria de los planetas que falten por estudiar, de manera que todos ellos manejen tanto la herramienta de RVI como uno de los recursos *online*.

El documento “Estudio planetario” deberá ser completado durante este viaje, en el que tiene que existir una intensa comunicación entre todos los miembros de la tripulación en orden de obtener la información más completa posible.



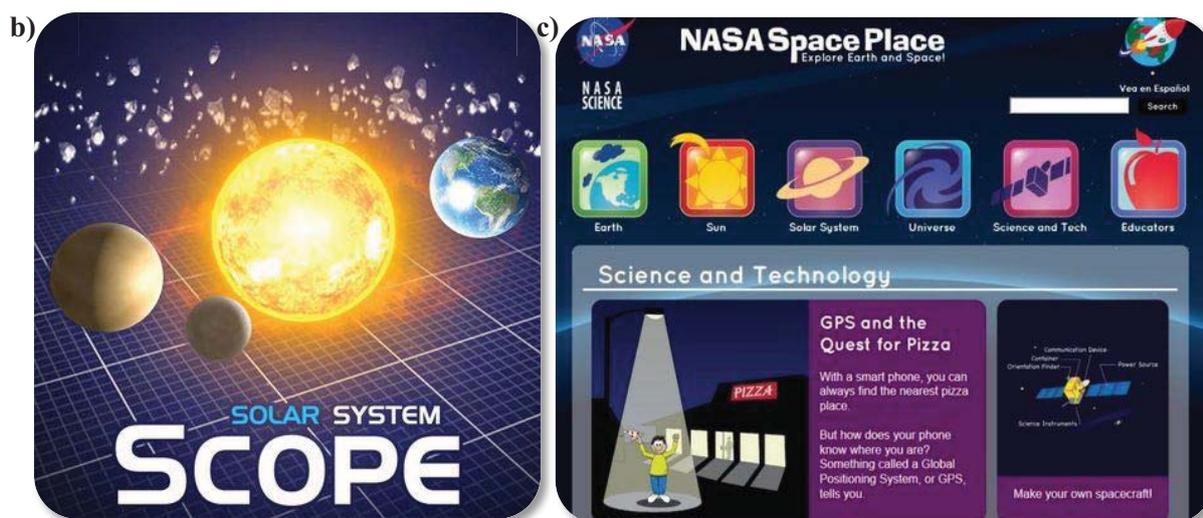


Figura 14. Softwares utilizados en la 3ª fase: a) *Titans of Space*; b) *Solar System Scope*; c) *Nasa Space Place*. Imágenes tomadas de *Google Imágenes*.

4ª Fase: Una decisión importante

Una vez completada la misión espacial y recopilada toda la información, cada grupo deberá considerar los resultados obtenidos, y a partir de ellos, elegir el planeta que sea más apto para convertirse en el candidato a nuevo hogar. Una vez realizado este ejercicio y con toda la información recabada, podrán aceptar o rechazar las hipótesis que establecieron al comienzo de la tarea.

Finalmente, el equipo deberá redactar un informe dirigido a la Agencia Espacial Internacional, donde se argumente el porqué de la elección tomada. Toda la información adicional que se precise para elaborar el informe podrá consultarse en *Internet*, siendo citada siempre en el documento. Una vez redactado el informe, considerado como el producto final fruto de la investigación (y que servirá como instrumento de evaluación de la misma), se subirá a la carpeta creada por el equipo en el *Drive* común.

► 5ª Fase: Mesa redonda

En esta última fase, se elegirá a un portavoz de cada equipo para formar parte de una mesa redonda de expertos. En ella, todos los portavoces comunicarán de forma argumentada la decisión de su equipo tras la misión espacial. Seguidamente, toda la clase realizará un debate con el fin de llegar a un acuerdo común. El debate será moderado por uno de los alumnos seleccionado por el profesor, que contará en todo momento con su ayuda y guía para dirigir la participación del resto de compañeros.

Justificación

Comenzar la tarea con la lectura de una carta, tal y como ocurre en González (2016), tiene como objetivo contextualizar y dotar de sentido a la tarea; siendo la carta el hilo conductor de la indagación posterior. Por otra parte, las preguntas que se plantean tras la lectura, pretenden recabar conocimientos e ideas previas y plantear una situación problemática atractiva y motivadora que dé pie a realizar un ejercicio de reflexión profunda, favoreciendo la toma de consciencia sobre el estado de salud de nuestro planeta y la apropiación por el alumnado del problema planteado. Para el planteamiento de estas preguntas, se utilizan como referencia las recomendaciones de Márquez y Roca (2006) de elaborar cuestiones con un grado de apertura abierto y con un objetivo: saber lo que piensan los alumnos. Una vez contextualizada la tarea, se procede al planteamiento de las hipótesis de trabajo, el primer paso de todo proceso de investigación.

La segunda fase está dirigida a que los propios alumnos enfoquen y diseñen su propia investigación, haciéndolos partícipes de este modo de la construcción de su propio conocimiento (Couso, 2014). Así, tras una búsqueda de información y contando con la orientación del profesor, serán los alumnos los que determinarán las características básicas que en la Tierra permiten el desarrollo de la vida, y que por tanto, serán aquellas que deberán considerar en el diseño de su investigación. Este aprendizaje autodirigido favorece además el aprendizaje del propio método científico a la hora de organizar y diseñar una investigación, una capacidad importante valorada por PISA, que la considera como la segunda de las sub-competencias de la competencia científica (OECD, 2019) (véase apartado 2.1.2) y contemplada en la metodología IBSE (Worth *et al.*, 2009) (véase apartado 2.2).

Es importante remarcar en este punto, que tal y como se deja entrever en la propuesta, se ha optado por seguir un tipo de indagación guiada, en la que el grado de guía y orientación que ofrece el profesor durante todo el proceso deberá siempre adaptarse a las necesidades del alumnado.

En lo referente al uso de la RVI y tal y como señalan Castellano-Simón *et al.* (2018), los contenidos relativos al Sistema Solar constituyen un campo especialmente propicio para la utilización de una recreación inmersiva e interactiva, al tratarse de conceptos abstractos y con un fuerte componente espacial. Se justifica de este modo el uso de la RVI, ya que gracias a ella el alumnado podrá conocer en primera persona la organización y las características de los planetas que conforman nuestro Sistema Solar, algo impensable de otro modo. Gracias también a los recursos de apoyo que se utilizan durante la tarea de indagación (la simulación por ordenador “*Solar System Scope*” y la web de la *NASA*), los alumnos podrán recopilar la

información que necesitan para tomar una decisión con la que finalizar esta propuesta de indagación. Así, se establece una tercera etapa “experimental”, de búsqueda de información que se ajusta nuevamente a los pasos propios de la metodología indagativa (González, 2016).

Durante la cuarta fase de la propuesta se potenciarán aspectos claves del trabajo científico y el trabajo como parte de un equipo, tales como la explicación de los fenómenos científicos observados, el análisis, la reflexión e intercambio de opiniones entre los miembros de un grupo, la toma de una decisión común coherente a partir de los datos obtenidos y la redacción de un informe que sintetice todo lo anterior y utilice un vocabulario formal y científico.

Finalmente, la indagación culmina con una puesta en común de los resultados obtenidos entre los diferentes grupos, llegándose a un acuerdo sobre cuál es el candidato ideal para convertirse en nuevo hogar y cuáles son las limitaciones que este presenta. De este modo, se sitúa a los alumnos en un contexto formal de comunicación e intercambio de ideas, favoreciéndose el contraste entre los argumentos de unos y otros, por mediación de un lenguaje fuertemente científico (Zemba-Saul, 2008 citado en González, 2016).

A lo largo de esta tarea de indagación, se trabajan múltiples competencias (lingüística, digital, social...), siendo la protagonista absoluta la competencia científica, con sus 3 sub-competencias reconocidas por PISA: la explicación de fenómenos científicamente, el diseño de la propia investigación y la interpretación de datos que permiten formar una opinión propia.

Por último, además de aproximar al alumnado al verdadero quehacer científico, con esta primera tarea de la propuesta se pretende que los alumnos tomen consciencia de las grandes problemáticas que nos afectan, tanto a una escala de especie como de individuo, y de que no siempre estas tienen soluciones fáciles y directas, ya que son numerosas las limitaciones que aparecerán y que se deben asumir y convivir con ellas.

4.1.2. ¿Adaptados a su medio? Estudio de casos

Al igual que en el caso anterior, se puede observar una tabla que resume las características de esta segunda tarea en el Anexo 2. En este punto que sigue, se realiza una explicación detallada de la tarea:

► 1ª Fase: La vida se abre camino

En primer lugar, para contextualizar la segunda tarea de indagación, el profesor planteará una secuencia de preguntas introductorias sobre el concepto de adaptación, dirigidas

al alumnado de forma individual, fomentado así la participación de toda la clase. Un ejemplo de introducción podría ser:

- ¿Alguna vez habéis escuchado el término “adaptación”? ¿A qué creéis que puede referirse?
- Pensad por un momento en los habitantes del océano ¿qué características pensáis que tiene un organismo marino (un pez por ejemplo) que le hagan tener éxito en ese medio acuático?
- ¿Qué relación pensáis que hay entre esas estructuras anatómicas que comentáis y el medio en el que vive ese pez?
- ¿Pensáis que esas características pueden ser adaptaciones?
- ¿Cómo pensáis que aparecen esas adaptaciones?
- ¿Conocéis otro tipo de adaptaciones que no consistan en aspectos fisiológicos/anatómicos?
- ¿Pensáis que las adaptaciones son algo común entre los seres vivos? En ese caso, ¿entre qué seres vivos (animales, plantas, bacterias...)?
- ¿Creéis que los humanos presentamos adaptaciones que nos benefician en el medio en el que vivimos?

Una vez introducido el concepto de adaptación y aclarados todos aquellos aspectos problemáticos, el profesor expondrá el problema científico que los estudiantes deberán resolver tras su investigación:

“Se han encontrado animales viviendo en algunos de los ecosistemas más inhóspitos y desconocidos de la Tierra. Ante estos descubrimientos, los científicos se preguntan cuáles son las características y adaptaciones que les hacen tener éxito en esos lugares donde las condiciones de vida son tan extremas”.

A continuación, el profesor explicará detalladamente en qué consistirá la tarea, lo que se espera de los alumnos y cuál será la organización que se seguirá. Seguidamente se proporcionará un tiempo para consensuar, entre el alumnado y el profesor, los aspectos concretos de la metodología de trabajo que se seguirá. En este proceso el profesor guiará al alumnado hacia un diseño que contemple las siguientes fases: i) formulación de hipótesis; ii) expedición virtual a un ecosistema extremo, observación y búsqueda de información sobre ese

medio, los animales observados y las adaptaciones que presentan; iii) validación de las hipótesis con los resultados obtenidos; y iv) divulgación científica de las conclusiones alcanzadas tras la expedición.

Todo el trabajo e información recopilada durante la investigación deberá quedar recogido en una “memoria de investigación” personal, que se ajuste a la organización planteada por el profesor y que servirá posteriormente para la evaluación de la tarea.

Para la realización de la tarea, la clase se organizará en 6 grupos de exploradores, formados por 5 miembros aproximadamente y repartidos de manera heterogénea por el profesor. Cada grupo estudiará un ecosistema extremo diferente, en total, serán 6 medios o “casos de estudio”, que se corresponderá con las 6 escenas de de la Expedición de *Google* en RVI “*Living in extreme places*”.

Conocida esta información, se procede a la conformación de los grupos y el reparto aleatorio de ecosistemas. Una vez asignados los ecosistemas y partiendo de los conocimientos previos sobre las condiciones y características de los mismos, cada grupo iniciará su investigación redactando las hipótesis sobre los animales y adaptaciones que espera encontrar en su expedición.

▶ **2ª y 3ª Fase: Desde el caluroso desierto a las profundidades del océano**

Durante estas dos fases, cada equipo realizará la expedición virtual (utilizando los visores de *Google Cardboard*) a los distintos lugares de estudio (Figura 15):

1. Región polar
2. Desierto
3. Profundidades oceánicas
4. Subsuelo
5. Fumarolas oceánicas
6. Alta montaña

Basándose en la observación atenta durante la expedición y la información adicional que recaben, los miembros de cada equipo deberán recopilar la información necesaria para responder a los puntos establecidos en la sesión anterior: características del ecosistema de estudio, tipos de animales presentes en ese medio particular, características que les permiten sobrevivir con éxito en esos medios, etc.

Durante este trabajo de investigación, contarán con la información que se describe en las propias escenas (redactada en inglés) así como una serie de enlaces de interés y fichas de clasificación que el profesor les facilitará durante su indagación (Anexo 3).



Figura 15. Capturas de pantalla de las 6 escenas que componen la Expedición (de la aplicación: Expediciones) “*Living in extreme places*”.

Una vez recabada toda la información que resuelva la gran pregunta inicial, “¿cuáles son las características y adaptaciones que hacen que los animales de esos medios tengan éxito?”, los equipos deberán contrastar la información recopilada con sus hipótesis iniciales, comprobando si esas hipótesis establecidas al comienzo eran o no acertadas.

Tanto la información averiguada como la discusión sobre la validez de las hipótesis iniciales, deberá quedar reflejada en la memoria de trabajo individual, que se redactará en el transcurso de estas dos sesiones y posteriormente se utilizará para la evaluación de la tarea.

► **4ª Fase: Divulgación de resultados**

Como cierre de la tarea y como producto de la misma, se propondrá la elaboración de un *podcast* o artículo de carácter divulgativo, a elegir por el grupo, dónde se expongan las conclusiones obtenidas. Sea cual sea la modalidad elegida, la información debe presentarse de una forma atractiva y sencilla con objeto de que los resultados obtenidos tras la expedición científica lleguen a todos los públicos. Todos los miembros del equipo deberán participar en la creación de este producto final que se utilizará como instrumento de evaluación.

Justificación

Esta segunda tarea versará sobre los contenidos curriculares para 1º de ESO referentes al concepto de adaptación y a la determinación de adaptaciones que ayuden a determinados animales a sobrevivir en su medioambiente. Como primera fase motivadora, de inicio y contextualización de la tarea de indagación propuesta, el docente comenzará preguntando una serie de cuestiones abiertas y dirigidas al conocimiento de las ideas previas del alumnado sobre la temática (Márquez y Roca, 2006). Cabe esperar que las concepciones previas del alumnado sobre el concepto de adaptación tiendan hacia un pensamiento lamarckista y finalista (Gallego y Muñoz, 2015). Si bien estos contenidos referentes a la evolución se estudiarán con mayor profundidad a partir de 4º de ESO, es importante que el profesor tome un papel activo desde este momento y en adelante, situando a los alumnos en contextos y preguntas que “rompan” con sus ideas previas y favorezcan la eliminación de errores conceptuales.

Una vez introducida la temática, se plantea a los alumnos una gran incógnita a nivel científico que deberán resolver en un caso concreto: ¿cuáles son las características que hacen posible la supervivencia de algunos animales en un ambiente extremo?

Planteada la situación de partida y tras una explicación de lo que se espera hacer durante la tarea, se proporciona un espacio para la reflexión y la organización de los puntos que se deberán trabajar durante el proceso de indagación con objeto de resolver esa incógnita. De este modo se hace partícipes a los alumnos de su propio aprendizaje, involucrándolos por completo en la indagación (Couso, 2014) y trabajando la segunda sub-competencia científica contemplada por PISA, referente al diseño de la investigación.

El profesor guiará en todo momento a sus alumnos para recrear una metodología indagativa (indagación guiada), que comenzará con la elaboración de hipótesis sobre las posibles adaptaciones que presentan determinados animales en los distintos medios asignados a cada grupo de trabajo.

Seguidamente se procederá a la realización de la expedición durante la cual se realizarán observaciones y se recopilará la información necesaria para contrastar las hipótesis planteadas. La inclusión aquí de la RVI favorece altamente la motivación del alumnado, al permitirles viajar a lugares que de otro modo resultaría costoso o imposible (Zurita, 2018) y permitirles observar el objeto de estudio en primera persona.

Continuando con el desarrollo de la competencia científica, se promoverá el uso de distintas fuentes y herramientas que ayuden a recopilar la información necesaria para corroborar las hipótesis establecidas. En el transcurso de esta búsqueda, los alumnos comprenderán la necesidad de contrastar y evaluar los argumentos y pruebas científicas procedentes de distintas fuentes de información (tal y como se contempla en las sub-competencias de PISA) así como la importancia de una buena organización en un trabajo grupal. Asimismo, durante este proceso se iniciarán en el desarrollo de competencias más complejas como la de aprender a aprender (CAA) o la de sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (SIEP).

Finalmente, con la última fase de comunicación, se pretende hacer hincapié en la importancia de la divulgación de los resultados obtenidos tras la indagación, algo esencial en todo trabajo científico y que también se potencia desde la metodología IBSE (Worth *et al.*, 2009).

Los alumnos aprenderán de este modo la importancia de publicar y transferir los resultados obtenidos a la sociedad. Así, en esa última fase de la indagación se realiza un ejercicio de análisis y síntesis de los resultados obtenidos, trabajándose los niveles más altos de la taxonomía de Bloom. Asimismo, cabe destacar que la redacción de un texto científico de carácter divulgativo no es una tarea sencilla, sino que supone un escenario demandante que promueve el desarrollo (y denota el dominio) de competencias como la científica o la lingüística.

4.2. Atención a la diversidad

En este punto del trabajo es importante considerar la diversidad de la población escolarizada a la hora de aplicar nuestra propuesta didáctica.

La atención a la diversidad está regulada por el Decreto 111/2016 de 14 de junio, en el que se establece la necesidad fundamental, dado el carácter obligatorio de la etapa de Educación Secundaria, de atender a la diversidad de la población, considerando en todo momento las diferencias y desigualdades tanto a nivel social, como cultural, económico y personal. Para que ello suceda, se señala en el artículo 2 la importancia de establecer medidas orientadas a satisfacer las necesidades educativas concretas de cada estudiante y a que el alumnado alcance y desarrolle las competencias correspondientes (Consejería de Educación, 2016a, p. 27 y 29).

Asimismo, en el artículo 9 del Real Decreto 1105/2014, se recoge la atención al Alumnado con Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE), donde se alega la obligatoriedad de atender a las necesidades de alumnos con diversas dificultades como pueden ser: Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH), altas capacidades intelectuales, incorporación tardía al sistema educativa o por condiciones personales o historia escolar; de manera que todo el alumnado pueda alcanzar los objetivos establecidos de carácter general. En este mismo artículo se recalca que las administraciones educativas podrán establecer, cuando sea necesario, adaptaciones significativas de los elementos del currículo, a fin de atender al alumnado con necesidades educativas especiales (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015b, p.175).

Es importante remarcar también que deben tenerse en consideración las indicaciones referentes a la atención a la diversidad que se contemplen en cada centro concreto, ya que éstas quedan reflejadas en el proyecto educativo elaborado a nivel de centro, de acuerdo a lo establecido por el Decreto 327/2010, de 13 de julio, por el que se aprueba el Reglamento Orgánico de los Institutos de Educación Secundaria, en los artículos 23 y 29 (Consejería de Educación, 2010).

Por último, tal y como destaca Zurita (2018), coincidimos en la opinión de que siempre que sea posible se optará por una adaptación no significativa que tenga en cuenta las necesidades específicas del alumno en cuestión. Este tipo de adaptación contempla cambios en la metodología, en la organización y en la temporalización de las actividades que se llevan a cabo. Precisamente estos son los cambios que proponemos realizar durante el transcurso de la propuesta presentada en este trabajo (proporcionar una mayor guía de todo el proceso, tiempo adicional, etc.) para así satisfacer las necesidades diversas de los alumnos a los que vayan dirigidas.

4.3. Evaluación

La evaluación es un componente esencial e indisoluble de los procesos de enseñanza y aprendizaje (González, 2016). Siendo conscientes de la complejidad que conlleva la elaboración de una propuesta de evaluación completa y dado que el desarrollo de una propuesta extensa de evaluación excede los objetivos de este trabajo, proponemos a continuación una aproximación evaluativa para las tareas que componen la propuesta didáctica.

Los referentes utilizados para realizar la evaluación de las tareas planteadas son los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables asociados a ellos y establecidos en el currículo básico de 1º de ESO. En concreto, se ha realizado una concreción de los estándares de aprendizaje evaluables en indicadores de logro, siguiendo a Zurita (2018). En esta aproximación consideramos que todos los criterios y estándares presentan la misma importancia, si bien esto es algo que puede quedar sujeto a lo establecido en la programación didáctica del docente que implante la propuesta que aquí se realiza.

Para valorar la superación individual de cada estándar de aprendizaje evaluable, se utilizará una rúbrica con indicadores de logro que van desde el nivel más bajo, 1 (Insuficiente), hasta 4 (Excelente). Las rúbricas para cada una de las propuestas, que deben estar siempre a disposición del alumnado desde el inicio de las tareas, se recogen en las Tablas 5 y 6.

La superación de cada uno de los estándares se determinará a través de diversos instrumentos de evaluación, como un informe final, una memoria de trabajo, un *podcast*/artículo divulgativo o la propia observación directa del profesor reflejada en su diario de clase (Tabla 7). El uso de varios instrumentos de evaluación ofrece una mayor posibilidad de superar con éxito los criterios de evaluación, en tanto que el alumno contará con más oportunidades para demostrar los conocimientos adquiridos.

Para poder obtener una nota numérica que recoja la calificación de las tareas de indagación propuestas, se establece un número máximo y mínimo de puntuación que cada alumno puede obtener en función del logro en la adquisición de los estándares de aprendizaje evaluables. Así, aquellos calificados como “Excelente” tendrán una equivalencia de 4 puntos, mientras que aquellos calificados como “Insuficiente”, corresponderán a 1 sólo punto. La puntuación máxima que se podrá obtener dependerá de los estándares trabajados en cada propuesta (8 estándares en la primera propuesta y 6 estándares en la segunda).

El resultado final, derivado de la suma de las puntuaciones obtenidas en cada estándar, se extrapolará a una escala del 1 al 10, más sencilla y familiar para el alumnado.

Tabla 5: Rúbrica para la evaluación de la 1º tarea: Un nuevo hogar para la humanidad

	Insuficiente 1	Regular 2	Bien 3	Excelente 4
Identifica los términos más frecuentes del vocabulario científico, expresándose de forma correcta tanto oralmente como por escrito	No los identifica y no se expresa correctamente de forma oral o escrita	Identifica algunos términos y se expresa correctamente de forma oral o escrita	Identifica los términos más frecuentes y se expresa correctamente de forma oral o escrita	Identifica los términos más frecuentes y se expresa correctamente de forma oral y escrita
Busca, selecciona e interpreta la información de carácter científico a partir de la utilización de diversas fuentes	Busca, selecciona o interpreta la información de forma incorrecta	Busca y selecciona pero interpreta la información de forma incorrecta	Busca, selecciona e interpreta la información de forma correcta	Busca, selecciona e interpreta la información de forma excelente, ajustándose a la actividad
Transmite la información seleccionada de manera precisa utilizando diversos soporte	Transmite la información seleccionada de forma incorrecta y con muchos errores	Transmite la información seleccionada con algunos errores	Transmite la información seleccionada de manera bastante precisa	Transmite la información seleccionada de forma muy precisa
Utiliza la información de carácter científico para formarse una opinión propia y argumentar sobre problemas relacionados	No utiliza la información para formarse una opinión propia ni argumenta los problemas	Utiliza la información para formarse una opinión propia pero no argumenta los problemas	Utiliza la información para formarse una opinión propia y argumenta someramente los problemas	Utiliza la información para formarse una opinión propia y argumenta ampliamente los problemas
Reconoce los componentes del Sistema Solar describiendo sus características generales	No reconoce los componentes ni describe sus características	Reconoce los componentes pero no describe sus características	Reconoce los componentes y describe algunas de sus características	Reconoce los componentes y describe todas sus características principales
Precisa qué características se dan en el planeta Tierra, y no se dan en los otros planetas, que permiten el desarrollo de la vida en él	No precisa ninguna característica	Precisa sólo una característica	Precisa entre 2 y 3 características	Precisa más de 3 características
Identifica la posición de la Tierra en el Sistema Solar	No identifica la Tierra dentro del Sistema Solar	Identifica erróneamente la posición de la Tierra en el Sistema Solar	Identifica correctamente la posición de la Tierra en el Sistema Solar	Identifica y conoce las consecuencias de la posición de la Tierra en el Sistema Solar
Describe las características que posibilitaron el desarrollo de la vida en la Tierra	No precisa ninguna característica	Precisa sólo una característica	Precisa entre 2 y 3 características	Precisa más de 3 características

Tabla 6: Rúbrica para la evaluación de la 2º tarea: ¿Adaptados a su medio? Estudio de varios casos

	Mal 1	Regular 2	Bien 3	Excelente 4
Identifica los términos más frecuentes del vocabulario científico, expresándose de forma correcta tanto oralmente como por escrito	No los identifica y no se expresa correctamente de forma oral o escrita	Identifica algunos términos y se expresa correctamente de forma oral o escrita	Identifica los términos más frecuentes y se expresa correctamente de forma oral o escrita	Identifica los términos más frecuentes y se expresa correctamente de forma oral y escrita
Busca, selecciona e interpreta la información de carácter científico a partir de la utilización de diversas fuentes	Busca, selecciona o interpreta la información de forma incorrecta	Busca y selecciona pero interpreta la información de forma incorrecta	Busca, selecciona e interpreta la información de forma correcta	Busca, selecciona e interpreta la información de forma excelente, ajustándose a la actividad
Transmite la información seleccionada de manera precisa utilizando diversos soportes	Transmite la información seleccionada de forma incorrecta y con muchos errores	Transmite la información seleccionada con algunos errores	Transmite la información seleccionada de manera bastante precisa	Transmite la información seleccionada de forma muy precisa
Utiliza la información de carácter científico para formarse una opinión propia y argumentar sobre problemas relacionados	No utiliza la información para formarse una opinión propia ni argumenta los problemas	Utiliza la información para formarse una opinión propia pero no argumenta los problemas	Utiliza la información para formarse una opinión propia y argumenta someramente los problemas	Utiliza la información para formarse una opinión propia y argumenta ampliamente los problemas
Aplica criterios de clasificación de los seres vivos, relacionando los animales y plantas más comunes con su grupo taxonómico.	No aplica criterios de clasificación ni relaciona los animales y plantas más comunes con su grupo taxonómico	Aplica criterios de clasificación pero no relaciona los animales y plantas más comunes con su grupo taxonómico	Aplica criterios de clasificación y relaciona algunos animales y plantas más comunes con su grupo taxonómico	Aplica criterios de clasificación y relaciona los animales y plantas más comunes con su grupo taxonómico
Relaciona la presencia de determinadas estructuras en los animales y plantas más comunes con su adaptación al medio	No relaciona la presencia de determinadas estructuras con el medio	Relaciona la presencia de determinadas estructuras con el medio de manera vaga	Relaciona la presencia de determinadas estructuras con el medio de manera adecuada	Relaciona detalladamente la presencia de determinadas estructuras con el medio

Tabla 7: Instrumentos de evaluación utilizados en cada tarea

Tarea	Un nuevo hogar para la humanidad	¿Adaptados a su medio? Estudio de varios casos
Instrumentos de evaluación	Informe final Estudio planetario Observación directa	Memoria de trabajo <i>Podcast</i> /Artículo divulgativo Observación directa

Por último, señalar que la puntuación obtenida en cada estándar de aprendizaje evaluable corresponderá a la media de las puntuaciones obtenidas para ese mismo estándar en los distintos instrumentos de evaluación que intervengan, tal y como se ilustra en el siguiente ejemplo:

	Instrumento de evaluación 1	Instrumento de evaluación 2	Instrumento de Evaluación 3	Calificación (1-4)
Estándar de Aprendizaje Evaluable	Memoria de trabajo	Podcast/Artículo divulgativo	Observación directa	
Transmite la información seleccionada de manera precisa utilizando diversos soportes	3 (Bien)	4 (Excelente)	3 (Bien)	3.33

5. REFLEXIONES FINALES

El uso de tecnologías emergentes como la RVI y la aplicación de metodologías activas de enseñanza de las ciencias, como es el caso de la IBSE, representan una alternativa que trata de replantear la didáctica y enseñanza de las ciencias, considerando las demandas que desde las últimas décadas reclaman las instituciones de enseñanza.

Por un lado, la metodología IBSE nos brinda la posibilidad de diseñar propuestas didácticas en las que se involucre plenamente al alumnado en la resolución de problemas de carácter científico, desarrollándose de manera completa y transversal las competencias clave en general, y enfatizando de manera particular en la competencia científica. Todo ello, sin perder de vista la reflexión sobre determinados conceptos o contenidos que permita la conexión con las ideas, conocimientos y grandes teorías científicas. De esta forma, se cumple de una manera transversal con las exigencias curriculares establecidas en la normativa, ya que se abordan contenidos estrechamente relacionados entre sí, que de manera tradicional se trabajan en bloques de contenido separados.

Por otro lado, el uso de la RV y otras tecnologías emergentes ofrece multitud de bondades, manteniendo a los alumnos motivados e interesados en la materia, conociendo y aprendiendo en primera persona y sin necesidad de realizar excursiones, que en ocasiones son imposibles de realizar debido a la falta de tiempo, recursos económicos u otros impedimentos.

Así, son numerosos los estudios que resaltan su aceptación entre los alumnos y su utilidad a la hora de acercar a los alumnos al patrimonio natural que les rodea y, que de otro modo, no podrían visitar, así como los beneficios de su uso en cuanto a la visualización de conceptos abstractos y difíciles de comprender.

Reuniendo todas estas ideas, hemos realizado el diseño de una propuesta didáctica constituida por dos tareas de indagación para 1º de ESO en la materia de Biología y Geología. Ambas tareas son independientes pero tienen en común el uso de la metodología IBSE que utiliza la indagación como hilo conductor y el uso de las tecnologías emergentes, que obtienen un papel protagonista. La complementación de estos recursos y formas de enseñanza y aprendizaje de la materia, con otras estrategias metodológicas, como el diálogo entre docente y alumnado, en las ocasiones que lo requieran, permite, en última instancia, el trabajo y desarrollo de la competencia científica.

En este sentido, nuestra propuesta sitúa al alumnado en contextos indagativos que parten de sus conocimientos previos y en los que la presentación y búsqueda de información se realiza a través de herramientas digitales; todo ello acompañado de un proceso reflexivo proporcionado por las preguntas que el docente realiza en todo momento y los espacios de reflexión y debate grupal. De este modo, intentamos evitar caer en algunos de los principales problemas que se critican en las propuestas IBSE: la desconexión con el mundo de las ideas, la reducción de la clase de ciencias a enseñar a indagar, o un papel muy secundario del docente, actuando como mero facilitador.

Finalmente, resaltar que tanto las tareas aquí diseñadas como la forma de evaluarlas y adaptarlas para que atiendan a la diversidad, son susceptibles de ser modificadas y rediseñadas tras su implementación en la práctica; algo que no se ha podido realizar en este trabajo y por lo que somos conscientes de las limitaciones que ello supone a la hora de valorar su efectividad.

Por tanto, pensamos que sería de gran interés realizar una implementación práctica de nuestras tareas propuestas y su evaluación, de cara a su mejora y a la evaluación de su calidad. Asimismo, añadir la importancia de continuar investigando en el campo del uso de las nuevas tecnologías como recurso didáctico, dada la necesidad de desarrollar nuevos recursos gratuitos y accesibles capaces de satisfacer tanto las necesidades educativas de los estudiantes como las de los docentes, abriendo un camino hacia clases más dinámicas, motivadoras e innovadoras.

6. REFERENCIAS

- Adell, J., & Castañeda, L. (2012). Tecnologías emergentes, ¿pedagogías emergentes? En J. Hernández, M. Penneai, D. Sobrino y A. Vázquez (Coord.). *Tendencias emergentes en educación con TIC*, (pp. 13-32). Barcelona: Asociación Espiral, Educación y Tecnología.
- Alake-Tuenter, E., Biemans, H.J.A., Tobi, H., Wals, A.E.J., Oosterheert, I. y Mulder, M. (2012). Inquiry-Based Science Education Competencies of Primary School Teachers: A literature study and critical review of the American National Science Education Standards. *International Journal of Science Education*, 34(17), 1–32.
- Barrow, L. H. (2006). A brief history of Inquiry: From Dewey to Standards. *Journal of Science Teacher Education*, 17(3), 265–278.
- Bevins, S. y Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38(1), 17-29.
- Cañal, P. (2012a). ¿Cómo evaluar la competencia científica? *Investigación en la escuela*, 78, 5-17.
- Cañal, P. (2012b). ¿Cómo evaluar la competencia científica en secundaria? *Alambique*, 72, 75-83.
- Carbonell, C. y Bermejo, L.A. (2017). Augmented reality as a digital teaching environment to develop spatial thinking. *Cartography and Geographic Information Science*, 44(3), 259-270.
- Castellano-Simón, J., Díaz, L. y Carrillo-Rosúa, J. (2018). *Una experiencia de aula con Realidad Virtual Inmersiva en el aprendizaje de la Tierra y el Sistema Solar en 1º de ESO*. IV Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias, Congresos Educación Editora, Online.
- Chen, P., Liu, X., Cheng, W. y Huang, R. (2017). A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016. En Popescu E. *et al.* (Eds). *Innovations in Smart Learning*. Springer, Singapore: Lecture Notes in Educational Technology.
- Consejería de Educación (2010). Decreto 327/2010, de 13 de julio, por el que se aprueba el Reglamento Orgánico de los Institutos de Educación Secundaria. BOJA, de 16 de julio de 2010, 139, 8-34. Tomado de: <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2010/139/-d2.pdf>
- Consejería de Educación (2016a). *Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la*

- Comunidad Autónoma de Andalucía. BOJA, de 28 de junio de 2016, 122, 27-45. Tomado de: <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2016/122/BOJA16-122-00223.pdf>
- Consejería de Educación (2016b). *Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado*. BOJA, de 28 de junio de 2016, 144. 108-396. Tomado de: <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2016/144/BOJA16-144-00479.pdf>
- Couso, D. (2014). “De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica”. En de las Heras Pérez et al., (Coord). *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante*. XXVI Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Huelva (España): APICE, Universidad de Huelva Universidad Internacional de Andalucía.
- De la Horra, G.I. (2017). Realidad Aumentada, una revolución educativa. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(1), 9-22.
- De Winter, J., Winterbottom, M., & Wilson, E. (2010). Developing a user guide to integrating new technologies in science teaching and learning: teachers’ and pupils’ perceptions of their affordances. *Technology, Pedagogy and Education*, 19(2), 261–267.
- DeSeCo. (2003). La definición y selección de competencias clave. Resumen ejecutivo. Tomado de: <http://deseco.ch/bfs/deseco/en/index/03/02.parsys.78532.downloadList.9-4248.DownloadFile.tmp/2005.dscexecutivesummary.sp.pdf> (Último acceso: 26/04/2019).
- Domin, D.S. (2007). Students’ perceptions of when conceptual development occurs during laboratory instruction. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 140-152.
- Fibonacci Project. (2012). Disseminating Inquiry-Based Science and Mathematics Education in Europe. Tomado de: <http://www.fibonacci-project.eu/> (Último acceso: 26/04/2019).
- Franco-Mariscal, A.J., Blanco-López, A. y España-Ramos, E. (2017). Diseño de actividades para el desarrollo de competencias científicas. Utilización del marco de PISA en un contexto relacionado con la salud. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(1), 38-53.
- Gallego, A. y Muñoz, A. (2015). Análisis de las hipótesis evolutivas en alumnos de Educación Secundaria y Bachillerato. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 35-54.

- Gil, D. y Vilches, A. (2006). ¿Cómo puede contribuir el proyecto PISA a la mejora de la enseñanza de las ciencias (y de otras áreas de conocimiento)? *Revista de Educación*, número extraordinario, 295-311.
- González, P. (2016). Un extraño descubrimiento: propuesta de indagación para 4º de ESO a través de los fósiles. Trabajo Final de Máster. Universidad de Granada.
- Informe Rocard (2007). Science Education now: A renewed pedagogy for the future of Europe. Bruselas: European Commission. Tomado de: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf (Última consulta: 24/04/2019)
- Kennedy-Clark, S. (2011). Pre-service teachers' perspectives on using scenario-based virtual worlds in science education. *Computers and Education*, 57, 2224-2235.
- Larrain, A. (2009). El rol de la argumentación en la alfabetización científica. *Estudios Públicos*, 116, 177-193.
- Lazonder, A. W., y Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning. *Review of Educational Research*, 86(3), 681-718.
- Linn, M.C., Davis, E.A. y Bell, P. (2004). Internet environments for science education. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- López-Gay, R., Jiménez-Liso, R. y Martínez-Chico, M. (2015). Enseñanza de un modelo de energía mediante indagación y uso de sensores. *Alambique*, 80, 38-48.
- Makokha, J. (2017). Emerging Technologies and Science Teaching. En K.S. Akpan B. (Eds). *Science Education. New Directions in Mathematics and Science Education*. Rotterdam: SensePublishers.
- Márquez, C. y Roca, M. (2006). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45), 61-71.
- Martínez-Chico, M. (2013). Formación inicial de maestros para la enseñanza de las ciencias. Diseño, implementación y evaluación de una propuesta de enseñanza. Tesis doctoral. Universidad de Almería.
- Martín-Gutiérrez, J., Efrén, C., Añorbe-Díaz, B. y González-Marrero, A. (2017). Virtual Technologies Trends in Education. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(2), 469-486.
- Ministerio de Educación y Ciencias. (2006). *LEY ORGÁNICA 2/2006, de 3 de mayo, de Educación*. BOE, de 4 de mayo de 2006, 106, 17158-17206. Tomado de: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2006/BOE-A-2006-7899-consolidado.pdf>

- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2013). *LEY ORGÁNICA 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa*. BOE, de 10 de diciembre de 2013, 295, 97858-97921. Tomado de: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-12886-consolidado.pdf>
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015a). *ORDEN ECD/65/2015, de 21 de enero de 2015, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato*. BOE, de 29 de enero de 2015, 25, 6986-7003. Tomado de: <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/29/pdfs/BOE-A-2015-738.pdf>
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015b). *REAL DECRETO 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*. BOE, de 3 de enero de 2015, 3, 169-564. Tomado de: <https://boe.es/buscar/pdf/2015/BOE-A-2015-37-consolidado.pdf>
- NRC, National Research Council (1996). *National education science standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- NRC, National Research Council. (2011). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- OECD. (2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*. PISA, OECD Publishing, Paris.
- OECD. (2019). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework*. PISA, OECD Publishing, Paris.
- Pavón, F., y Marínez, M.M. (2014). La metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI): una propuesta indagativa para desarrollar la competencia científica en alumnos que cursan un programa de diversificación. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 469-492.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L., De Jong, T., Van Riesen, S., Kamp, E., Manoli, C., Zacharia, Z. y Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61.
- Prendes, C. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Revista de Medios y Educación*, 46, 187-203.

- Prince, M.J. y Felder, R.M. (2006). Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons and Research Bases. *Journal Engineering Education*, 95(2), 123-138.
- Restrepo-Durán, D., Cuello-Montañez, I. y Contreras-Chinchilla, L. (2015). Juegos didácticos basados en la realidad aumentada como apoyo en la enseñanza de biología. *Ingeniare*, 19, 99-116.
- Reyes-Cárdenas, F. y Padillas, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación Química*, 23(4), 415-421.
- Salmi, H., Thuneberg, H. y Vainikainen, M. (2017). Making the invisible observable by Augmented Reality in informal science education context. *International Journal of Science Education, Part B*, 7(3), 253-268.
- Sauvé, L. (2010). Educación científica y educación ambiental: un cruce fecundo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 5-18.
- Vázquez-Alonso, Â. y Manassero-Mas, M. A. (2011). El descenso de las actitudes hacia la ciencia de chicos y chicas en la educación obligatoria. *Ciência & Educação*, 17(2), 249-268.
- Veletsianos, G. (2010). A definition of emerging technologies for education. *Emerging technologies in distance education*, (pp. 3-22). Athabasca, CA: Athabasca University Press.
- Vera, G., Ortega, J.A. y Burgos, M.A. (2003). La realidad virtual y sus posibilidades didácticas. *Etic@net*. 2, 1-17.
- Webb, M. E. (2005). Affordances of ICT in science learning: implications for an integrated pedagogy. *International Journal of Science Education*, 27(6), 705–735.
- Windschitl, M., Thompson, J. y Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92, 941–967.
- Worth, K., Duque, M. y Saltiel, E. (2009). *Designing and implementing inquiry-based science units for primary education*, the Pollen Project. Tomado de: http://www.fondationlamap.org/sites/default/files/upload/media/Guide_Designing%20and%20implementing%20IBSE_final_light.pdf (Último acceso: 25/04/2019).
- Yus, R.; Fernández, M.; Gallardo, M.; Barquín, J.; Sepúlveda M. P. Y Serván, M. J., (2013). La competencia científica y su evaluación. Análisis de las pruebas estandarizadas de PISA. *Revista de Educación*, 360, 557-576.
- Zemal-Saul, C. (2009). Learning to Teach Elementary School Science as Argument. *Science Education*, 93(4), 687–719.

Zoem Innovación Educativa (2016). Tomado de: https://issuu.com/fm1979/docs/realidad-virtualeneducaci__n (Último acceso: 05/05/2019).

Zurita, J. (2018). Realidad Virtual: propuesta para desarrollar contenidos de Geología. Trabajo Fin de Máster. Universidad de Granada.

Anexo 1: Primera tarea de indagación

TÍTULO DE LA TAREA: Un nuevo hogar para la humanidad		CURSO: 1º ESO				
PRODUCTO FINAL: Informe a la Agencia Espacial Internacional (A.E.I.) con la propuesta de un planeta candidato						
DESCRIPCIÓN DE LA TAREA						
SESIÓN	FASES DE LA PRODUCCIÓN (SECUENCIA DE ACTIVIDADES)	PROCESOS COGNITIVOS IMPLICADOS (Bloom)	MATERIALES Y RECURSOS NECESARIOS	ESCENARIOS	ORGANIZACIÓN DEL GRUPO	
	Se planteará la necesidad de buscar un planeta B para la humanidad y se investigarán las características de los distintos planetas que componen el Sistema Solar mediante el uso de realidad virtual y otros recursos online. Tras el análisis de la información recabada, se elaborará un informe presentando al planeta que mejor se ajuste a las necesidades requeridas y se realizará un debate donde se comenten las diferentes propuestas.			Biología y Geología	Características del Sistema Solar y de sus componentes	CCL, CMCT, CAA, CD, CEC, CSC, SIEP
1	1. Lectura de una carta ficticia que sitúa a los alumnos en el contexto de trabajo y plantea la problemática sobre la que se va a trabajar. 2. Coloquio en el que se reflexione sobre las ideas expuestas en el texto y las ideas y conocimientos previos sobre el tema. 3. Formación de grupos de trabajo y elaboración de hipótesis.	CONOCER COMPRENDER	Carta	Aula	Toda la clase Grupos de 4 alumnos	
2	4. Estudio sobre las características que debería reunir un planeta para albergar vida. 5. Diseño de una guía de "Estudio planetario" donde se reúnan los parámetros seleccionados. Esta ficha será la herramienta de indagación que marcará la información que debe recopilarse durante el viaje.	CONOCER COMPRENDER	Ordenadores	Aula con ordenadores/tablets	Toda la clase Grupos de 4 alumno/as	
3	6. Recopilación de información a través de: - Viaje espacial a través de la aplicación de realidad virtual <i>Titans of Space</i> - Programa online: <i>Solar System Scope</i> - Web online: <i>Nasa Space Place</i>	CONOCER	Ordenadores, dispositivos móviles y visores Google Cardboard	Aula con ordenadores/tablets	Grupos de 4 alumno/as	

4	7. Análisis de la información obtenida y toma de decisión. 8. Redacción de un informe formal donde se detalle el planeta seleccionado y se argumenten los motivos de su selección así como la validación o rechazo de las hipótesis originales.	APLICAR ANALIZAR	Ordenadores	Aula con ordenadores/tablets	Grupos de 4 alumno/as
5	9. Mesa redonda formal que estará formada por los portavoces de los distintos grupos y en la que se debatirán las distintas propuestas.	SINTETIZAR EVALUAR	-	Aula	Toda la clase
EVALUACIÓN DE LA TAREA					
CRITERIOS DE EVALUACIÓN		ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES			INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
1.1. Utilizar adecuadamente el vocabulario científico en un contexto adecuado a su nivel.	1.1.1. Identifica los términos más frecuentes del vocabulario científico, expresándose de forma correcta tanto oralmente como por escrito.				- Informe final - Ficha de caracterización planetaria - Observación directa
1.2. Buscar, seleccionar e interpretar la información de carácter científico y utilizar dicha información para formarse una opinión propia, expresarse adecuadamente y argumentar sobre problemas relacionados con el medio natural y la salud.	1.2.1. Busca, selecciona e interpreta la información de carácter científico a partir de la utilización de diversas fuentes. 1.2.2. Transmite la información seleccionada de manera precisa utilizando diversos soportes. 1.2.3. Utiliza la información de carácter científico para formarse una opinión propia y argumentar sobre problemas relacionados.				- Informe final - Ficha de caracterización planetaria - Observación directa
2.2. Exponer la organización del Sistema Solar así como algunas de las concepciones que sobre dicho sistema planetario se han tenido a lo largo de la Historia.	2.2. Reconoce los componentes del Sistema Solar describiendo sus características generales.				- Ficha de caracterización planetaria - Observación directa
2.3. Relacionar comparativamente la posición de un planeta en el sistema solar con sus características.	2.3. Precisa qué características se dan en el planeta Tierra, y no se dan en los otros planetas, que permiten el desarrollo de la vida en él.				- Informe final - Observación directa
2.4. Localizar la posición de la Tierra en el Sistema Solar.	2.4. Identifica la posición de la Tierra en el Sistema Solar.				- Ficha de caracterización planetaria - Observación directa
2.15. Seleccionar las características que hacen de la Tierra un planeta especial para el desarrollo de la vida.	15.1. Describe las características que posibilitaron el desarrollo de la vida en la Tierra.				- Informe final - Observación directa

Anexo 2: Segunda tarea de indagación

TÍTULO DE LA TAREA: ¿Adaptados a su medio? Estudio de varios casos		CURSO: 1º ESO			
PRODUCTO FINAL: Podcast/artículo divulgativo					
DESCRIPCIÓN DE LA TAREA					
SESIÓN	FASES DE LA PRODUCCIÓN (SECUENCIA DE ACTIVIDADES)	PROCESOS COGNITIVOS IMPLICADOS (Bloom)	MATERIALES Y RECURSOS NECESARIOS	ESCENARIOS	ORGANIZACIÓN DEL GRUPO
1	<p>1. Lluvia de ideas grupal guiada por una serie de preguntas sobre los conocimientos acerca del concepto de adaptación.</p> <p>2. Formación de 6 grupos heterogéneos de 5 miembros aproximadamente y reparto de casos a cada grupo (correspondientes a las 6 escenas de la Expedición de Google en RV "Living in extreme places").</p> <p>3. Organización y selección, entre todos, de los puntos que se trabajarán durante la investigación de los distintos casos (formulación de hipótesis, estudio de las características del ecosistema, clasificación taxonómica del animal/es de estudio, adaptaciones al medio...). El trabajo realizado quedará reflejado en una memoria de trabajo individual.</p> <p>4. Elaboración de hipótesis de partida.</p>	CONOCER COMPRENDER	-	Aula	Toda la clase Grupos de 6 alumno/as
	Se estudiará la presencia de adaptaciones que posibilitan la supervivencia de distintos animales en medios extremos. Para ello se elaborarán hipótesis de partida que serán comprobadas haciendo uso de una herramienta de RV y de la búsqueda en la red. Finalmente, las conclusiones obtenidas se expondrán de manera divulgativa en formato <i>podcast</i> o artículo (a gusto de cada equipo).			Biología y Geología	Adaptación a los ecosistemas
					CCL, CMCT, CAA, CD, SIEP, CSC

2	5. Visita virtual a los escenarios de estudio y observación directa del medio, los animales que habitan en él y sus características. 6. Recopilación de información que permita contrastar esas hipótesis.	CONOCER COMPRENDER ANALIZAR	Ordenadores, dispositivos móviles y visores <i>Google Cardboard</i>	Aula con ordenadores/tablets	Grupos de 6 alumno/as
3	7. Recopilación de información. 8. Análisis de la información recopilada y comprobación de las hipótesis establecidas, dejando por escrito las conclusiones alcanzadas en la memoria de trabajo.	ANALIZAR EVALUAR	Ordenadores	Aula con ordenadores/tablets	Grupos de 6 alumno/as
4	9. Elaboración de un <i>podcast</i> o artículo divulgativo entre todos los miembros del mismo equipo.	SINETIZAR	Ordenadores, dispositivos de grabación	Aula con ordenadores/tablets	Grupos de 6 alumno/as
EVALUACIÓN DE LA TAREA					
CRITERIOS DE EVALUACIÓN		ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES			INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
1.1. Utilizar adecuadamente el vocabulario científico en un contexto adecuado a su nivel.	1.1.1. Identifica los términos más frecuentes del vocabulario científico, expresándose de forma correcta tanto oralmente como por escrito.				- Memoria de trabajo - <i>Podcast</i> / artículo divulgativo - Observación directa
1.2. Buscar, seleccionar e interpretar la información de carácter científico y utilizar dicha información para formarse una opinión propia, expresarse adecuadamente y argumentar sobre problemas relacionados con el medio natural y la salud.	1.2.1. Busca, selecciona e interpreta la información de carácter científico a partir de la utilización de diversas fuentes. 1.2.2. Transmite la información seleccionada de manera precisa utilizando diversos soportes. 1.2.3. Utiliza la información de carácter científico para formarse una opinión propia y argumentar sobre problemas relacionados.				- Memoria de trabajo - <i>Podcast</i> / artículo divulgativo - Observación directa
3.3. Reconocer las características morfológicas principales de los distintos grupos taxonómicos.	3.3.1. Aplica criterios de clasificación de los seres vivos, relacionando los animales y plantas más comunes con su grupo taxonómico.				- Memoria de trabajo - Observación directa
3.7. Determinar a partir de la observación las adaptaciones que permiten a los animales y a las plantas sobrevivir en determinados ecosistemas	3.7.2. Relaciona la presencia de determinadas estructuras en los animales y plantas más comunes con su adaptación al medio.				- Memoria de trabajo - <i>Podcast</i> / artículo divulgativo - Observación directa

Anexo 3: Fichas de clasificación de animales y enlaces de interés para la realización de la 2ª tarea de indagación

Aquí cuentas con algunos enlaces que te serán de interés para estudiar las características y adaptaciones propias de tu medio de estudio. También tienes una ficha que te será muy útil para clasificar a los animales de estudio.

 Región polar	 Desierto
<p>Regiones polares Características del clima polar Adaptaciones del oso polar Adaptaciones de los pingüinos Adaptaciones al frío</p>	<p>El desierto Adaptaciones al desierto Animales del desierto Adaptaciones de animales del desierto Vídeo</p>
 Subsuelo	 Fumarolas oceánicas
<p>Ecosistemas subterráneos Adaptaciones animales cavernícolas Adaptaciones en el medio subterráneo Osos de agua Troglóbios</p>	<p>Fumarolas o fuentes hidrotermales Características fosas oceánicas Gusanos de tubo gigantes El mar a fondo Cangrejo yeti</p>
 Profundidades oceánicas	 Alta montaña
<p>Ecosistemas abisales Animales de las profundidades marinas Adaptaciones de organismos abisales Vídeo bioluminiscencia</p>	<p>Características de la alta montaña Animales de gran altitud La Vicuña y su adaptación a la Puna Gansos que sobrevuelan el Himalaya El Yak</p>

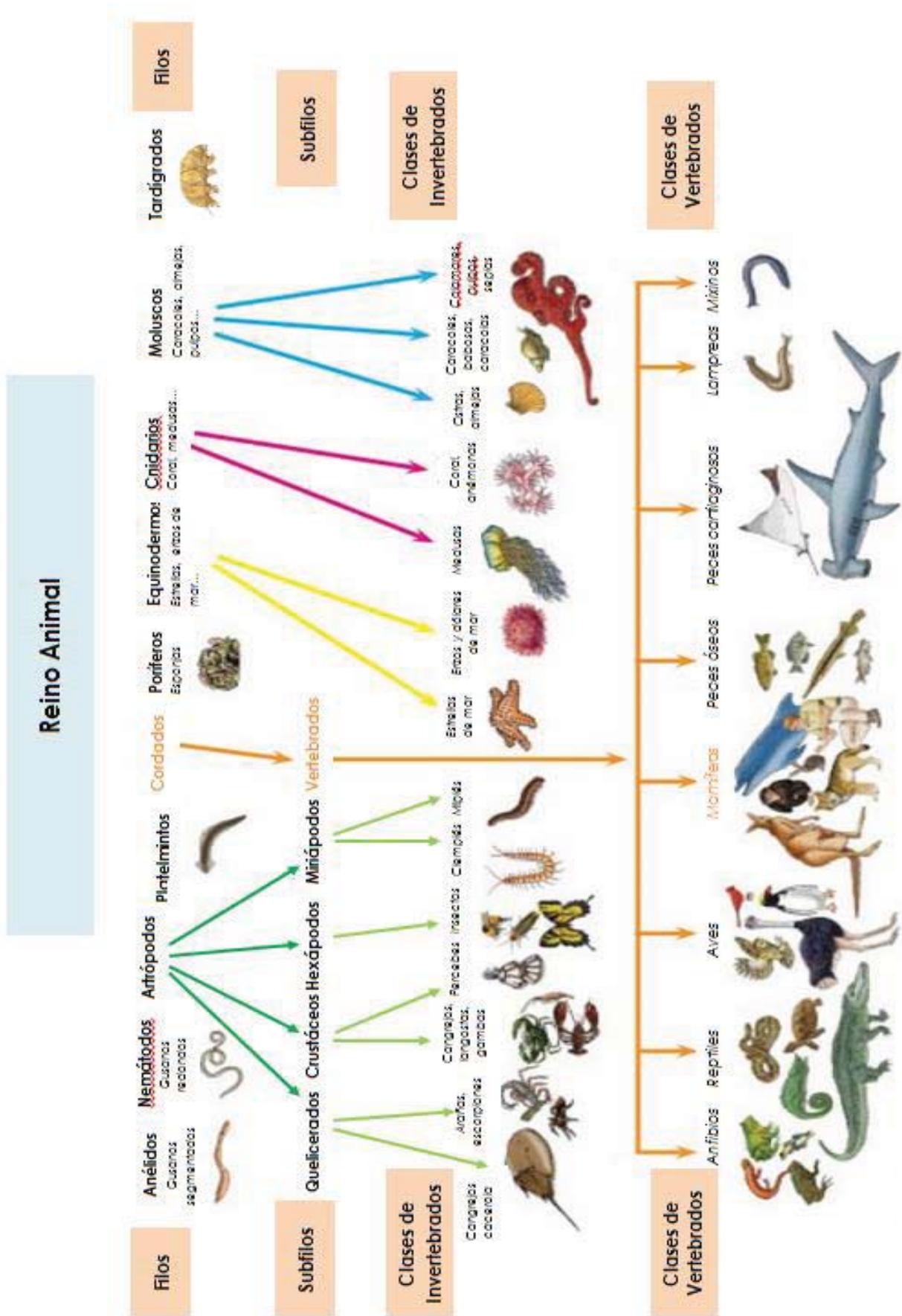


Imagen modificada de: https://www.exploringnature.org/graphics/classification/animal_kingdom_chart72.jpg