

Selección y clasificación de recursos educativos digitales para 4º de ESO

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria

Curso 2017/2018



Autora: Adriana Ruiz Fernández

Directora: María Napal Fraile

RESUMEN

El presente Trabajo Fin de Máster se divide en tres partes interrelacionadas entre sí: la primera engloba una introducción sobre el papel de las Nuevas Tecnologías en la enseñanza de ciencias junto con un análisis de los modelos SAMR y TPACK, que tratan la integración de éstas en los centros educativos. En la segunda, se diseña y aplica un cuestionario a un grupo de 10 profesores de biología de diferentes centros de Navarra y 120 alumnos, todos ellos de 4º de ESO y Bachillerato, para detectar aquellos temas del currículo que necesitan una innovación educativa y detectar el nivel de uso de las Nuevas Tecnologías en las aulas. En la tercera parte se propone un listado de recursos educativos digitales para alumnos de 4º de ESO para los bloques de “Los procesos geológicos y petrogenéticos”, “Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra” y “Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología”, a partir de las conclusiones obtenidas de los cuestionarios. En una primera fase se recopilieron recursos educativos digitales de varios portales educativos, y se hizo una primera valoración, utilizando la herramienta LORI. En una segunda fase, se hace un análisis pormenorizado de los dos recursos mejor valorados de cada bloque, incluyendo sugerencias para su integración sustantiva. Con este listado de recursos se pretende dar a conocer al profesor un método de evaluación de recursos educativos digitales útil y sencillo y algunas ideas para su implementación, para que sean capaces de utilizar eficazmente las Nuevas Tecnologías en el aula.

Palabras clave: Nuevas Tecnologías, enseñanza de ciencias, SAMR, innovación educativa, recursos educativos digitales

ABSTRACT

The present Master's Thesis is divided into three interrelated parts: the first includes an introduction on the role of New Technologies in science education together with an analysis of the SAMR and TPACK models, which deals with the integration into the networks educational centers. In the second, a questionnaire is designed and applied to a group of 10 biology teachers from different schools in Navarra and 120 students, all of them from 4th year of Secondary Education and Baccalaureate, so that they can take up the curriculum topics that need an educational innovation and detect the level of use of new technologies in the classroom. The third part offers a list of educational resources for students of 4th of ESO for the blocks of "The geological and petrogenetic processes", "History, structure, composition and dynamics of the land" and "Organization, morphology, structure and physiology cellular and histology ", based on the conclusions of the questionnaires. In a first phase, digital educational resources were collected from several educational portals, and a first assessment was made, using the LORI tool. In a second phase, a detailed analysis is made of the most valuable resources of each block, including suggestions for its substantive integration. With this list of resources is intended to inform the teacher a method of evaluating useful and simple digital educational resources and some ideas for its implementation, so that they are able to effectively use the new technologies in the classroom.

Key words: New technologies, science teaching, SAMR, educational innovation, digital educational resources

Índice

Resumen	3
Abstract.....	3
I. Introducción.....	6
1. El papel de las nuevas tecnologías en la enseñanza de ciencias	6
1.1. Nuevas tecnologías en educación	6
1.2. Nuevas tecnologías y enseñanza de ciencias	8
2. Niveles de integración de las nuevas tecnologías	12
2.1. SAMR.....	17
2.2. TPACK.....	18
2.3. Problemática	19
II. Objetivos	21
III. Elaboración de una colección de recursos	22
1. Detección de temas prioritarios.....	22
1.1. Metodología.....	22
1.2. Resultados y discusión	24
2. Colección de recursos	35
2.1. Búsqueda bibliográfica.....	36
2.2. Matriz de evaluación de recursos	36
2.3. Colección de recursos	37
IV. Conclusiones.....	55
V. Referencias	57
VI. Anexos	60
Anexo I.....	60
Anexo II	64
Anexo III	68
Anexo IV.....	70
Anexo V.....	72

I. INTRODUCCIÓN

1. El papel de las nuevas tecnologías en la enseñanza de ciencias

1.1. Nuevas tecnologías en educación

Hoy en día, el papel de las Nuevas Tecnologías (NNTT) es fundamental en la gran mayoría de ámbitos de la sociedad, y las escuelas no iban a ser menos. Cada vez más centros cuentan con aulas dotadas con cantidad de ordenadores, tablets, pantallas táctiles y demás recursos tecnológicos y, además, los alumnos cada vez se familiarizan a edades más tempranas con el uso de estas herramientas. Pero, que estén familiarizados no quiere decir que sean capaces de utilizarlas de forma adecuada o que sean competentes en su uso ya que la competencia digital está compuesta de muchas áreas y se basa en el uso de las TIC para obtener información, evaluar datos, crear contenido digital, compartir información, comunicarse y colaborar a través de internet (*European Parliament and the Council ,2006*). La forma más adecuada de aprender esta competencia es trabajarla, de forma intencionada y sistemática, en las aulas y de esta forma conseguir un uso seguro y crítico de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) para el trabajo, el ocio y la comunicación (Valverde-Crespo *et al.*, 2018).

Los estudiantes han cambiado radicalmente y ya no son las personas para las que fue diseñado en su origen el sistema educativo. Los escolares de hoy en día representan las primeras generaciones que han crecido envueltos de NNTT ya que han pasado toda su vida rodeados y usando ordenadores, videojuegos, reproductores de música digital, cámaras de video, teléfonos móviles y gran cantidad de juguetes y herramientas de la era digital (Prensky, 2001). Prensky asegura que, como consecuencia de la interacción con este entorno digital, los estudiantes de hoy piensan y procesan la información de forma diferente a como lo hacían los estudiantes en el pasado y cree que estas diferencias son mucho más profundas de lo que la mayoría de los educadores observan o sospechan. Es muy probable que estas diferencias tengan su inicio en cambios cerebrales y que sus patrones de pensamiento hayan cambiado. Algunos autores se refieren a estos “nuevos” estudiantes como “generación Net” o “generación digital” pero Prensky los denomina “nativos digitales” (Prensky, 2001).

Hoy en día, no se concibe a la innovación educativa sin pensar en el uso de las NNTT y es por eso por lo que hay gran cantidad de cursos como los que ofrece *The European Schoolnet Academy*, una plataforma de cursos para profesores donde aprender sobre innovación y apoyar los estilos cambiantes de enseñanza y aprendizaje. Un ejemplo de estos cursos es el llamado *Future*

Classroom Scenarios que tiene como objetivo presentar las TIC al profesorado, centrándose en las herramientas e intercambios sobre el futuro de las aulas. Este curso ha sido diseñado en respuesta a los crecientes desafíos que enfrentan los educadores para dar cabida a la creciente importancia de la tecnología en la educación y el impacto que esto tiene en la enseñanza y el aprendizaje (“Future Classroom Scenarios - EUN Academy,” 2014).

Sabemos que las NNTT en el aula están en auge, pero la aplicación de estas ha pasado por diferentes etapas, de forma que han ido evolucionando en su uso. Para ello, los informes “*Horizon Report: K-12 Edition*” tienen el objetivo de identificar las NNTT que tendrán repercusión en el campo de la enseñanza, el aprendizaje, la investigación y la expresión creativa en la Enseñanza Primaria y Secundaria en los próximos cinco años. Si analizamos la evolución de este informe en los últimos cinco años, desde 2013 a 2017 (Tabla 1), podemos tener una idea de aquellas tecnologías a ser adoptadas en educación, tanto a corto (1 año o menos) como a medio (2-3 años) y largo plazo (4-5 años) y así poder ver aquellas que están logrando más implementación en el presente (A. Becker & Giesinger, 2017).

Tabla 1. Tecnologías expuestas en NMC Horizon Report: K-12 desde el año 2013 al 2017

		2013	2014	2015	2016	2017
Tiempo de adopción	Un año o menos	Informática en la nube	Trae tu propio dispositivo	Trae tu propio dispositivo	Talleres creativos (<i>Makerspaces</i>)	Talleres creativos (<i>Makerspaces</i>)
		Aprendizaje móvil	Informática en la nube	La clase invertida (<i>Flipped Classroom</i>)	Aprendizaje en línea	Robótica
	De dos a tres años	Analíticas de aprendizaje	Juegos y gamificación	Talleres creativos (<i>Makerspaces</i>)	Robótica	Tecnologías Analíticas
		Contenido abierto	Analíticas de aprendizaje	Tecnología <i>Wearable</i>	Realidad Virtual	Realidad Virtual
	De cuatro a cinco años	Impresión 3D	El internet de las cosas	Tecnologías de Aprendizaje Adaptativo	Inteligencia Artificial	Inteligencia Artificial
		Laboratorios virtuales y remotos	Tecnología ponible	El internet de las cosas	Tecnología <i>Wearable</i>	El internet de las cosas

1.2. Nuevas tecnologías y enseñanza de ciencias

Actualmente existe una gran demanda de profesionales de carreras científicas, ya que la ciencia es esencial para una ciudadanía activa y responsable, pero, a pesar de ello, cada vez son menos los estudiantes que se decantan por carreras científicas. Si observamos los resultados del Informe del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes o Informe PISA (por sus siglas en inglés *Programme for International Student Assessment*) vemos que España consigue una puntuación media en ciencias de 493, la misma que el promedio de la OCDE y únicamente dos puntos por debajo del total de la Unión Europea, unos resultados en competencia científica que no se diferencian significativamente de los de países como Estados Unidos (496), Francia (495) o Austria (495) (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), 2015). Pero si tenemos en cuenta el Índice Social, Económico y Cultural (ISEC) y las puntuaciones medias en ciencias vemos como existe una correlación positiva entre el ISEC y las puntuaciones medias en competencia científica, es decir, a mayor valor del ISEC, mejores resultados en ciencias. Este índice se construye con el nivel de estudios de la madre y del padre (se toma el valor más alto de los dos), la profesión de la madre y del padre (se asigna el valor de mayor nivel de ambos), nivel de recursos domésticos y el número de libros que el alumno tiene en su casa (Educación, 2016). Desde los centros educativos se trata de mejorar la competencia científica y la didáctica de las ciencias, tratando de mejorar esa baja competencia científica en alumnos con un bajo índice ISEC y también por la gran cantidad de descubrimientos científicos que es importante que los alumnos contextualicen dentro del temario de las asignaturas científicas que se ofertan. La manera más inmediata de despertar el interés por la ciencia entre alumnos con familias menos involucradas podría ser aumentar la exposición temprana a una enseñanza científica de calidad en los centros educativos (OCDE, 2015).

Los estereotipos sobre los científicos y el trabajo en entornos científicos pueden hacer que algunos estudiantes decidan desvincularse de las ciencias por lo que padres y profesores, además de acabar con estos estereotipos, pueden impulsar la participación de los estudiantes en actividades científicas ayudándoles a tomar conciencia de las oportunidades laborales que se les abrirían teniendo una buena formación en ciencia y tecnología. Dentro del Marco de Referencia Europeo del año 2006, se recogen todas aquellas competencias clave para el aprendizaje permanente, definiéndose como una combinación de conocimientos, capacidades y actitudes adecuadas al contexto y son todas aquellas que las personas necesitan para su realización y desarrollo personal, así como para la ciudadanía activa, la inclusión social y el empleo (Marco de Referencia Europeo, 2006). Dentro de las ocho competencias clave que

Tabla 2. Algunos ejemplos de actividades orientadas a promover las ciencias en educación (Siendo C: Concurso, F: Feria, P: Programa).

Actividad	Tipo	Entidad que organiza	Objetivos
Concurso de Cristalización en la Escuela	C	Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). http://www.csic.es/cristalizacion-en-la-escuela	Transmitir a alumnos de educación secundaria cómo se hace y disfruta la Ciencia. Divulgación de la importancia del mundo de los cristales en la sociedad moderna y fomentar el estudio, trabajo sistemático, pensamiento racional y la comunicación entre los jóvenes estudiantes.
“Atrapa una estrella”	C	Asociación Europea para la Educación en Astronomía (EAAE, por sus siglas en inglés) y European Southern Observatory (ESO). http://www.eaae-astronomy.org/catchstar/	Incentivar la creatividad y el trabajo independiente de los alumnos. Fortalecer y expandir sus conocimientos y habilidades en el ámbito de la astronomía.
“Zientzia Azoka”	F	Elhuyar, que cuenta con la colaboración diferentes universidades del País Vasco y el Departamento de Educación, Política Lingüística y Cultura del Gobierno Vasco y FECYT. https://www.elhuyar.eus/es/site/proyectos/ciencia-y-sociedad/educacion-cientifica	Trabajar las capacidades de los jóvenes en los ámbitos de la ciencia y la tecnología. Despertar vocaciones y acercar a los jóvenes a los protagonistas de la ciencia y la tecnología.
“Somos científicos. Sácanos de aquí”	P	Obra Social “La Caixa” y “EduCaixa”. https://somoscientificos.es/	Contactar con científicos e investigadores y conseguir respuestas para esas preguntas difíciles que los profesores no siempre pueden responder.
Fotciencia	C	Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). https://www.fotciencia.es/publico/index.aspx	Acercar la ciencia a los estudiantes mediante una visión artística y estética sugerida a través de fotografías científicas Promover entre la comunidad científica la importancia de divulgar su trabajo al conjunto de la sociedad.
Ciencia en acción	P	Consejo Superior de Investigaciones Científicas, la Fundación Lilly, el Instituto de Ciencias Matemáticas, la Real Sociedad Española de Química y la Sociedad Española de Astronomía, entre otras. http://cienciaenaccion.org/bases-inscripcion/ciencia-accion/	Aproximar la ciencia y la tecnología de forma dinámica, fácil y amena.
Microrrelatos científicos en Twitter	C	Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). http://www.csic.es/microrrelatos-cientificos	Presentar la ciencia de una manera atractiva y motivadora.

Además de estas innovaciones más visibles y llamativas tanto para profesores como para alumnos, es también muy importante realizar cambios a menor escala en actividades y prácticas diarias sin necesidad de hacer cambios estructurales en las escuelas y los programas curriculares ya que, con el paso del tiempo, estos cambios más pequeños pueden tener mayor efecto que las grandes innovaciones educativas.

El uso de las NNTT es útil en gran cantidad de áreas y asignaturas, pero destaca especialmente el amplio uso que se le puede dar en todas aquellas asignaturas del ámbito científico, ya sea matemáticas, física, química o biología, ya que pueden ayudar a hacer visible lo abstracto (Liu, Salvendy, & Kuczek, 1999) ya que el objetivo de la enseñanza de ciencias es dotar al individuo de nuevos modelos explicativos para interpretar el mundo y ayudarlo a reconocer que el conocimiento científico es más apropiado que sus preconcepciones para describir y comprender determinados fenómenos (Romero Ariza & Quesada, 2014). De este modo, todos aquellos modelos y teorías científicas que se explican de forma teórica cobrarán sentido e importancia para los estudiantes en el momento en el que les demos la oportunidad de confirmar y examinar su utilidad. Un ejemplo de ello sería la utilización de Google Earth para la enseñanza de ciencias. Se trata de un *software* que se puede descargar gratuitamente y es una muy buena herramienta para las clases teóricas y prácticas de las asignaturas de Geología y Ciencias de la Tierra, ofreciendo la posibilidad de reconocer y cartografiar rasgos geológicos imposibles de observar en conjunto con otras metodologías clásicas y, además, permite visualizar la zona de estudio a diferentes escalas y también obtener una visión tridimensional dinámica, entre otras muchas aplicaciones. De este modo podrían observarse de forma sencilla los límites de placas, los meridianos, paralelos y trópicos o las principales fallas, volcanes y terremotos (Alfaro, 2014).

Al mismo tiempo, las NNTT dotan de autonomía al alumno para investigar o, dicho de otro modo, serán capaces de buscar información, obtener datos y procesarlos para extraer sus propias conclusiones. De acuerdo con la visión constructivista, los individuos aprenden significativamente cuando son capaces de encontrarle sentido al nuevo conocimiento al conectarlo con lo que ya saben, o integrarlo dentro de sus propios esquemas cognitivos (Romero Ariza & Quesada, 2014). Esta teoría se basa en la construcción de conocimiento a través de las experiencias y ofrece una nueva estructura para esta nueva era de la información motivado por las NNTT que han surgido en los últimos años. Actualmente, los estudiantes no sólo tienen a su alcance el acceso a un mundo de información ilimitada de manera instantánea, sino que también

se les ofrece la posibilidad de controlar ellos mismos la dirección de su propio aprendizaje (Requena Hernández, 2008).

2. Niveles de integración de las nuevas tecnologías

Para que las NNTT se introduzcan en el marco educativo, es necesario contar con medios tanto físicos como personales entre los que destacan las instalaciones, la formación del profesorado, la posesión de diferentes herramientas tecnológicas o la introducción y adaptación del currículo. Si no existe un equilibrio entre estos medios, podemos encontrarnos con una serie de dificultades y limitaciones a la hora de introducir estas NNTT en el aula.

La integración de la tecnología en educación presenta 3 fases claramente diferenciadas, pudiendo coexistir ya que cada una de ellas no es exclusiva, sino que servirá de apoyo a las demás, ya que son otros modos de uso de las NNTT en educación (Cabello, 2015). La **primera fase** es probablemente en la que se encuentran muchos de los centros educativos en nuestro país debido a las limitaciones, principalmente de equipamiento tecnológico, ya sea por no tener materiales para todos los estudiantes o la falta de una buena conexión a internet para que el alumno utilice su propio dispositivo (modelo BOYD, de las siglas en inglés *Bring Your Own Device*), pudiendo esto último a su vez traer unas ventajas importantes ya que de esta forma el alumno es el único responsable de cuidar y mantener su dispositivo y puede utilizarlo fuera del aula, lo que supone unos beneficios tanto económicos pedagógicos y de aprendizaje (Espeso, 2016). La mayoría de las Comunidades Autónomas españolas han incorporado en los últimos años pizarras digitales en las aulas y los docentes las utilizan junto con los proyectores de diapositivas, dispositivos de sonido, libros digitales o recursos multimedia con el fin de dar un formato diferente a las clases (Area Moreira et al., 2014) que se asemeje más al idioma de los nativos digitales (Prensky, 2001). Lo que ocurre en esta fase es que la tecnología hace que el alumno sea un mero espectador de las clases y contenidos y que el profesor lleve el control. En la **segunda fase** los estudiantes ya tienen un papel activo en el uso de las NNTT y deben conseguir una información en Internet. Es en esta fase donde podríamos incluir las simulaciones, la utilización de aplicaciones para trabajar determinadas habilidades, los proyectos de resolución de problemas reales o las *Webquests*. En el caso de la **tercera fase**, el fin último es que los estudiantes creen un producto final que demuestre un aprendizaje, es decir pasarán de ser consumidores de información (fase I) a ser creadores y transmisores de información (fase III). Esto no quiere decir que las actividades llevadas a cabo sean más complejas, pueden ser

actividades tan sencillas como la participación en foros o actividades más complejas como el desarrollo de una página web (Cabello, 2015).

El desarrollo integrador de las tecnologías en estas fases implica la utilización de metodologías adaptadas, en las que tiene mucha importancia la competencia digital de los docentes, para que se pueda realizar un uso adecuado y eficaz de las NNTT en el aula. De modo que si existe una buena competencia digital docente se podrían compensar las posibles faltas de equipamiento tecnológico en los centros y los docentes serán capaces de desarrollar unas buenas actividades significativas junto con el uso de la tecnología (Cabello, 2015). Existen casos en los que no se dispone del conocimiento necesario, de la competencia necesaria, o sencillamente no se ha parado a utilizarlas en el aula, de forma que no se puede sacar partido es estas tecnologías.

Las 5 áreas que conforman la competencia digital del Marco Común de Competencia Digital Docente (INTEF, 2017) son las siguientes:

- 1. Información y alfabetización informacional:** identificar, localizar, recuperar, almacenar, organizar y analizar la información digital, evaluando su finalidad y relevancia.
- 2. Comunicación y colaboración:** comunicar en entornos digitales, compartir recursos a través de herramientas en línea, conectar y colaborar con otros a través de herramientas digitales, interactuar y participar en comunidades y redes; conciencia intercultural.
- 3. Creación de contenido digital:** crear y editar contenidos (textos, imágenes, videos, etc.), integrar y reelaborar conocimientos y contenidos previos, realizar producciones artísticas, contenidos multimedia y programación informática, saber aplicar los derechos de propiedad intelectual y las licencias de uso
- 4. Seguridad:** protección personal, protección de datos, protección de la identidad digital, uso de seguridad, uso seguro y sostenible
- 5. Resolución de problemas:** identificar necesidades y recursos digitales, tomar decisiones a la hora de elegir la herramienta digital apropiada, acorde a la finalidad o necesidad, resolver problemas conceptuales a través de medios digitales, resolver problemas técnicos, uso creativo de la tecnología, actualizar la competencia propia y la de otros.

Al analizar la formación del profesorado de secundaria de los últimos 30 años en España, se observa que un gran colectivo nunca ha recibido formación inicial oficial en tecnologías educativas, al contrario de lo que se observa en docentes de infantil y primaria, aunque se ha

ido cubriendo con formación permanente voluntaria ofrecida por Departamentos de Educación o Centros de Profesores entre otras. Además, el Máster Universitario de Educación Secundaria actual cuenta con escasos contenidos sobre Tecnología Educativa, tratados de forma superficial en la mayoría de las universidades. Hoy en día existe la necesidad de cambiar el rumbo de la formación del profesorado en tecnologías educativas, sobre todo con respecto al uso e integración de las TIC y la orientación a que los estudiantes sean los protagonistas de su aprendizaje (Sancho Gil et al., 2015). La superposición de las tecnologías educativas con las TIC genera que algunos docentes dejen de lado el trabajo de la expresión por tratar con estudiantes que son nativos digitales, algo que hoy en día es una creencia arraigada, pero sin unas evidencias disponibles. Hoy en día el reto es centrar la atención en el uso de los recursos digitales en sí mismos o en la complejidad de introducirlos en un contexto de aprendizaje (Sancho Gil et al., 2015).

Un estudio realizado por José María Oliva revela como un grupo de profesores apenas presenta interés por involucrarse en tareas de innovación educativa y la metodología de sus clases no es más que las ya pasadas de moda clases magistrales (Oliva, 2011). Es posible que esto sea debido a que muchos docentes consideran innovador todo aquello que se realiza con tecnologías digitales, de modo que restan importancia a las experiencias de aprendizaje (Sancho Gil et al., 2015). Esto provoca, junto con carencias formativas iniciales, falta de confianza, poco trabajo colaborativo y limitaciones de tiempo, entre otras cosas, que existan gran cantidad de obstáculos debidos a las carencias de la formación docente y a estar ante docentes con planteamientos bastante alejados de las innovaciones e investigaciones de la actividad de aula (Oliva, 2011).

Es importante definir de forma correcta qué aspectos engloba la competencia digital, ya que se trata de una de las competencias básicas para el siglo XXI y que debería de ser básica para cualquier ciudadano, pero necesaria para los docentes. El modelo noruego (Imagen 2) propuesto por Rune Krumsvik, profesor de psicología dentro del departamento de educación de la universidad de Bergen (Noruega) engloba muy bien todos los aspectos que implica la competencia digital docente (Esteve et al., 2016). Este modelo está formado por tres niveles: habilidades digitales básicas (1), competencia didáctica con TIC (2) y estrategias de aprendizaje (3). En el primer nivel se encuentran las destrezas para acceder a la información y la comunicación, en el segundo se valora la estrategia didáctica junto con la utilización de las TIC para la construcción de conocimiento, algo que plantea de igual modo el modelo TPACK que veremos en el apartado 2.2. En el tercer y último nivel se valora la capacidad del docente de

entender cuáles son los recursos y fuentes para aprender de forma continua y ser capaz de transmitir la utilización de estas herramientas a sus alumnos (Krumsvik, 2011).

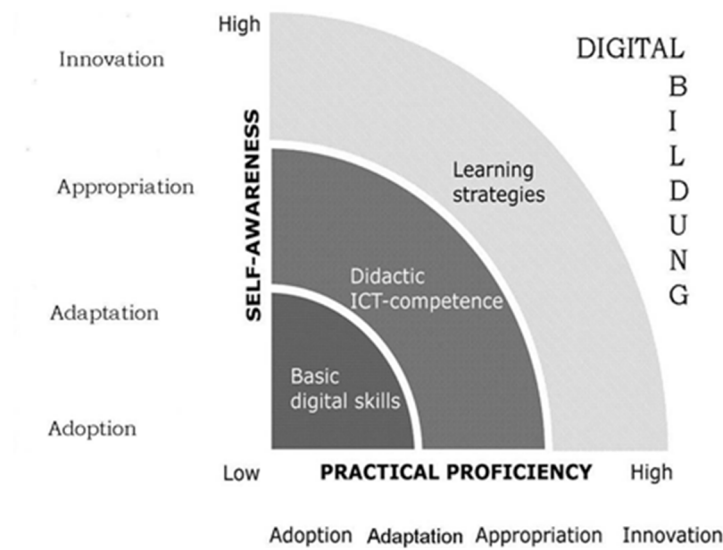


Imagen 2. Modelo de competencia digital docente (Krumsvik, 2011)

Los docentes han de estar capacitados para enseñar a los alumnos a usar las NNTT, pero los estudiantes han de estar preparados para la utilización de estas tecnologías. Los centros escolares tienen la importante función de ayudar a los estudiantes a ser conscientes del crecimiento exponencial del volumen de datos que se generan hoy en día y todo lo relacionado con ello (Van Wetering, 2017). Para los centros es complicado seleccionar la tecnología y momento adecuado para aplicarla, de modo que deben analizar el desarrollo que experimenta una nueva tecnología, valorando las expectativas de los usuarios respecto a una tecnología con respecto al tiempo (Imagen 3).



Imagen 3. Las cinco fases del ciclo de vida de una tecnología (Van Wetering, 2017).

Tal y como se menciona en el Informe de Tendencias TIC Kennisnet (Van Wetering, 2017), vemos como las tecnologías pasan por diferentes fases caracterizadas por una serie de acontecimientos

y que servirán a los centros para saber el momento óptimo en el que seleccionar una tecnología u otra, en función de las investigaciones llevadas a cabo por diferentes organizaciones que decidan testarlas y aplicarlas:

- **Fase 1. Lanzamiento:** La tecnología se presenta a los medios y se hacen demostraciones e informes sobre su uso, pero no está preparada para su uso
- **Fase 2. Pico de expectativas sobredimensionadas:** La publicidad en los medios genera entusiasmo y expectativas excesivas
- **Fase 3. Abismo de desilusión:** No se cumplen las expectativas y hay una decepción por problemas
- **Fase 4. Rampa de consolidación:** Superación de obstáculos y se observan los beneficios y condiciones de uso y aplicación. Se sabe dónde y cómo puede usarse la tecnología de forma efectiva.
- **Fase 5. Meseta de productividad:** Una vez probados los beneficios, ya puede utilizarse y hay crecimiento elevado
- **Fase 6. Pantano de rendimientos decrecientes:** Es importante adoptar NNTT, pero también reemplazar aquellas que están obsoletas
- **Fase 7. Acantilado de obsolescencia:** Grandes cantidades de dinero y tiempo son necesarias para el mantenimiento de las tecnologías obsoletas

La integración de las NNTT en las aulas está a la orden del día, pero, para que su uso sea efectivo, han de usarse de forma correcta y con el fin de paliar algún tipo de dificultad pedagógica o de contenidos, es decir, la tecnología no ha de ser el fin, sino que ha de ser el medio de apoyo. Muchas de las innovaciones educativas que encontramos en los centros, no hacen un uso óptimo de estas tecnologías, sino que parten de ésta y de ahí buscan una aplicación, sin partir de una necesidad pedagógica, en lugar de hacer el ejercicio a la inversa y partir de esa necesidad pedagógica y buscarle una herramienta útil para resolver esa necesidad (Cela, Fuertes, Alonso, & Sánchez, 2010). Para cerciorarnos de que estamos realizando un uso correcto de las NNTT, es necesario analizar la información que nos proporcionan los modelos teóricos sobre integración de las NNTT. Estos modelos son fundamentalmente dos, el modelo SAMR y el modelo TPACK, pudiendo entrelazarse ambos, y de los que se habla en apartados 2.1 y 2.2.

2.1. SAMR

El modelo SAMR (Imagen 4) es un enfoque de cuatro niveles para seleccionar, usar y evaluar la tecnología en la educación. Este modelo pretende ser una herramienta a través de la cual se puedan describir y categorizar los usos de la tecnología del aula por parte de los docentes (Puentedura, n.d.-b). El modelo anima a los docentes a subir de niveles más bajos (*Substitution*) a niveles más altos (*Redefinition*) de enseñanza con tecnología, que según Puentedura conduce a niveles mejorados de enseñanza y aprendizaje.

En el nivel de Sustitución, la tecnología digital sustituye a la tecnología analógica, pero no genera ningún cambio funcional (Puentedura, n.d.-a). En el nivel de Aumento, la tecnología se intercambia y la función de la tarea o herramienta cambia de forma positiva. En el nivel de Modificación, la integración de tecnología requiere un rediseño significativo de una tarea. Por último, en el nivel de Redefinición se alcanza cuando la tecnología se usa para crear tareas nuevas.

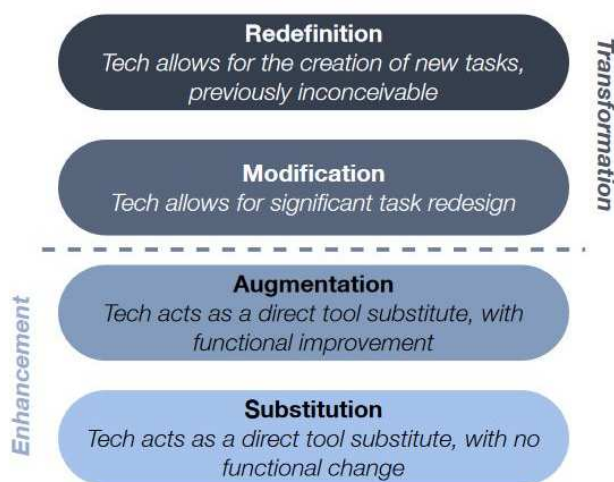


Imagen 4. El modelo SAMR (Puentedura & Ph, n.d.)

En la Tabla 3 se citan ejemplos de los diferentes usos de las tecnologías para cada uno de los niveles del modelo SAMR, para ello me he basado en un fin común, en este caso la entrega de tareas de los alumnos al profesor.

Tabla 3. Ejemplos de los diferentes usos de las NNTT para cada uno de los niveles del modelo SAMR.

Redefinición	El alumno realiza la tarea en un formato nuevo, como por ejemplo en vídeo y lo comparte en diversas plataformas.
Modificación	El alumno sube la tarea a la plataforma virtual incluyendo elementos multimedia y recibiendo un <i>feedback</i> tanto de sus compañeros como del profesor.
Aumentación	El alumno entrega la tarea a través de la plataforma Google Drive, incluyendo elementos multimedia.
Sustitución	El alumno entrega las tareas por correo electrónico en lugar de hacerlo en papel.

2.2. TPACK

El conocimiento tecnológico del contenido pedagógico, del inglés *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) se trata de un modelo integrador que trata de identificar la naturaleza del conocimiento requerido por los docentes para la integración de la tecnología en la enseñanza. Tradicionalmente se ha dado especial importancia al conocimiento, a que el profesor domine el contenido y se hablaba más de formas de comportamiento del profesor en lugar de las formas de pensamiento.

En el año 1986 el investigador Shulman trató de relacionar el pensamiento pedagógico y el contenido y prestaba especial atención a la intersección ambos, es por eso por lo que estableció que el profesor debería tener tanto un pensamiento pedagógico como un conocimiento del contenido, pero en la intersección entre ambos está aquel conocimiento que tiene que ver con la pedagogía propia de ese contenido. Con la difusión de las NNTT y el uso de internet en las aulas en los años 90, los investigadores Punya Mishra y Matthew Koehler comienzan a trabajar en la combinación de tres conocimientos importantes, los tres saberes que ya había detectado Shulman, pero combinados con el conocimiento tecnológico. Con esta nueva unión de la tecnología, se observan tres formas de conocimiento (pedagógico (PK), curricular (CK) y tecnológico (TK)) junto con las interacciones que se forman entre ellos (el conocimiento tecnológico del contenido (TCK), que se refiere a el saber usar una tecnología específica para un contenido en concreto, el conocimiento pedagógico del contenido (PCK) y el conocimiento pedagógico de la tecnología (TPK), donde se incluye la tecnología educativa o cuales son las implicaciones pedagógicas del uso de una determinada tecnología en el aula). Pero no solo eso, con la unión de los tres conocimientos (pedagógico, tecnológico y curricular) se forma el

conocimiento tecnológico-pedagógico del contenido (TPACK) que da nombre a este marco de entendimiento (Mishra & Koehler, 2006).

Este modelo TPACK ha sido muy criticado ya que se interpretó que podría usarse en cualquier aula y con cualquier profesor ante cualquier situación, algo que no es correcto. Es por eso por lo que, en el año 2009, los mismos autores, Mishra y Koehler, incluyen en su artículo una línea de puntos que rodea al modelo original simulando los contextos que condicionan a este modelo (Imagen 5).

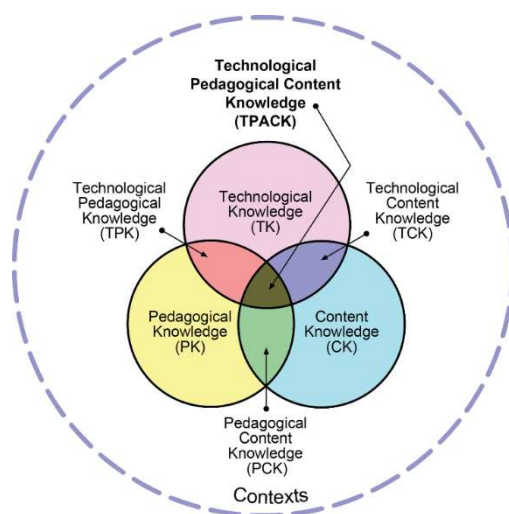


Imagen 5. Representación gráfica de TPACK. Fuente: <http://tpack.org>

2.3. Problemática

Una de las innovaciones más llamativas y que cada vez está más presente en los centros es la innovación estructural de las aulas. Se trata de crear aulas amplias, llamativas, con diferentes espacios y tecnologías para abordar cada uno de los pasos que se han de seguir a la hora de crear o elaborar un proyecto. Son aulas multifuncionales y diseñadas única y exclusivamente para adaptarse a las necesidades e intereses del alumnado y a sus futuros puestos de trabajo. Un espacio así fomenta el trabajo cooperativo y también el aprendizaje autónomo, la investigación, el descubrimiento y la elaboración de proyectos, dejando atrás los libros de texto y las clases magistrales.

La educación del siglo XXI posiciona como centro del aprendizaje al alumno y no al profesor, pasando estos a ser los responsables de trabajar la creatividad, indagación, el pensamiento y el aprendizaje de los alumnos. Estas aulas destacan también el aprendizaje de un buen manejo de las tecnologías como herramienta de aprendizaje.

El centro en el que he realizado las prácticas del máster cuenta con un aula innovadora que denominan aula RTC (Reinventar Transforma Crea). Esta aula cuenta con gran cantidad y variedad de recursos tecnológicos, entre los que destacan pantallas táctiles, impresoras 3D, gafas de realidad virtual o escáneres en 3D. Pese a contar con esta gran cantidad de recursos, el aula RTC no tiene la actividad que debería, ya sea por su reciente inauguración (en noviembre del pasado año 2017), la dificultad de adaptar los contenidos de las asignaturas a elaborar proyectos que puedan desempeñarse en un aula de estas características o, también cabe la posibilidad, que sea la escasa formación del profesorado en estas herramientas tecnológicas tan innovadoras la causa de su escaso uso.

II. OBJETIVOS

Por todo lo mencionado en apartados anteriores, considero que es importante que el profesorado sea capaz de evaluar técnica y pedagógicamente los recursos que utiliza en el aula, además de saber el nivel SAMR en que se encuentran, para lograr una eficacia mayor en su uso. De modo que el objetivo general y los objetivos específicos de este trabajo fin de máster son los siguientes:

Objetivo general

Crear una selección de recursos educativos disponibles en el mercado para que puedan ser utilizados en el aula RTC del centro de prácticas en 4º de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, categorizados en función de su pertinencia pedagógica.

Objetivos específicos

1. Detectar temas del currículum de 4º de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato que provocan más dificultades, tanto a profesores como a alumnos, y a los que debería aplicarse prioritariamente innovación con NNTT. Para ello se elaborarán cuestionarios enfocados a esta detección en profesores y alumnos, y se triangularán para obtener visión de consenso.
2. Describir actitudes hacia las NNTT en enseñanza a partir de los cuestionarios triangulados a profesores y alumnos.
3. Elaborar una matriz para clasificar y valorar los recursos educativos en función de su ajuste curricular y su calidad pedagógica.
4. Seleccionar recursos educativos ya publicados y específicos para los temas previamente seleccionados y elaborar orientaciones para su posible uso y aplicación en el aula de innovación del centro de prácticas, así como su alineación con modelos teóricos de integración pedagógica.

III. ELABORACIÓN DE UNA COLECCIÓN DE RECURSOS

1. Detección de temas prioritarios

Como ya se ha comentado en puntos anteriores, muchas de las innovaciones educativas que encontramos en los centros no hacen un uso óptimo de la tecnología, sino que parten de ésta y de ahí buscan una aplicación, sin partir de una necesidad pedagógica (Cela et al., 2010). Por ello, en este caso, el criterio utilizado para elaborar una colección de recursos educativos digitales ha sido la detección de temas en los que es más urgente innovar ya que son percibidos negativamente por los alumnos encuestados.

1.1. Metodología

Diseño de los cuestionarios

En primer lugar, he realizado un trabajo de campo que ha exigido la elaboración de dos cuestionarios basados en los contenidos del currículo establecido en el Decreto Foral 25/2015, de 22 de abril publicado en el Boletín Oficial de Navarra número 127, de 2 de julio de 2015. Uno de los cuestionarios estaba dirigido al profesorado y otro al alumnado. Los contenidos sobre los que se han preguntado pertenecen a los bloques de contenidos presentes en el currículo de los cursos de 4º de Educación Secundaria Obligatoria y 1º y 2º de Bachillerato. En primera columna de la Tabla 4 podemos ver los temas del currículo y en la segunda el acrónimo con el que nos referiremos en las siguientes secciones.

Tabla 4. Temas del currículo y acrónimos utilizados

Temas del currículo	Acrónimo
La evolución de la vida, su base molecular y fisicoquímica	EVO
Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra	TIE
Ecología, medio ambiente y biodiversidad	ECO
Composición y función de los seres vivos	SVI
Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología	FISCEL
Las plantas, sus funciones y adaptaciones al medio	PLAN
Los animales, sus funciones y adaptaciones al medio	ANIM
Los procesos geológicos y petrogenéticos	GEO
Genética y evolución	GEN
Microorganismos y biotecnología	MICRO
Inmunología	INMU

Además, los criterios de inclusión en el estudio han sido ser profesor o alumno de la asignatura de Biología o Biología y Geología en 4º curso de Educación Secundaria Obligatoria y 1º y 2º curso de Bachillerato. En el caso de los profesores, se enviaron los cuestionarios a 59 centros educativos de Navarra y se obtuvo una muestra de n=10 profesores, mientras que en el caso de los alumnos la muestra ha sido de n=120, de los cuales n=84 de 4º de ESO, n=15 de 1º de Bachillerato y n=21 de 2º de Bachillerato

Ambos cuestionarios han sido realizados paralelamente, de forma que todas aquellas preguntas elaboradas para el cuestionario de profesorado han sido reformuladas para ser introducidas en el cuestionario de los alumnos, con el fin de tener el mismo tipo de respuestas y poder comparar las respuestas de ambos grupos. El primero de ellos (*Anexo I. Encuesta profesorado*) se trataba de un cuestionario online anónimo individual formado por 12 preguntas, tanto abiertas como cerradas dirigidas al profesorado de la asignatura de Biología y Geología en los cursos de 4º de Educación Secundaria Obligatoria y 1º y 2º de Bachillerato y se ha procedido a su difusión a través de correo electrónico a diferentes centros concertados y públicos de Pamplona. El segundo (*Anexo II. Encuesta alumnado*) estaba dirigido a alumnos de 4º de Educación Secundaria Obligatoria y 1º y 2º de Bachillerato del centro en el que he realizado los Prácticum I y II y, al igual que la encuesta del profesorado, ha sido anónimo y estaba formado por preguntas tanto abiertas como cerradas. Los bloques de preguntas dirigidos a ambos bloques contenían preguntas tanto de opinión y facilidad de temas concretos del currículo como preguntas relacionadas con el uso de las NNTT en los centros educativos

Análisis de los resultados obtenidos

Una vez distribuidos los cuestionarios y recopilados todos los datos, se ha procedido a realizar un análisis estadístico básico con el fin de extraer un listado de temas en los que es más urgente realizar una innovación educativa. Para ello, en el caso de las preguntas cerradas y con la utilización del paquete informático Microsoft Office Excel, se han calculado los porcentajes de cada una de las respuestas, así como medias y medianas en muchos de los casos, ya que esta última nos proporciona un valor central que deja por debajo la mitad de los datos y por encima la otra mitad, de modo que se ve menos afectada por los posibles valores extremos, al contrario de lo que ocurre con el cálculo de la media. Por otro lado, las preguntas que exigían una respuesta abierta y más extensa han sido analizadas semánticamente para extraer significados, categorizar y apoyar a las respuestas cerradas, de forma que en su conjunto representen una opinión unánime de la realidad de los centros educativos desde el punto de vista de profesores

y alumnos y así poder elaborar un listado de recursos educativos que respondan a las necesidades.

1.2. Resultados y discusión

Análisis curricular de los cuestionarios

1. Cuestionario profesorado

En total han participado 10 profesores en la encuesta, de los cuales la mitad han sido hombres y la mitad mujeres, con Biología como titulación de origen (exceptuando uno de ellos, que ha estudiado Ciencias Ambientales). En cuanto a la edad, tres de ellos con una edad superior a los 50 años, cuatro entre los 40 y los 50 años y los tres restantes entre 30 y 40 años. La mayoría de los profesores (n=7) lleva ejerciendo la docencia durante un periodo de entre 10 y 20 años, dos participantes llevan más de 20 años en la profesión y únicamente uno de ellos menos de 5 años. Se ha observado que la totalidad de los profesores imparten la asignatura de Biología y Geología en 4º de ESO, mientras que únicamente dos de ellos la imparten también en 1º de Bachillerato y otros tres en 2º de Bachillerato.

Se ha preguntado al profesorado por aquellos contenidos del currículo (mencionados en el apartado anterior) que les resultan más fáciles y difíciles de impartir, ya sea por su formación inicial o por gustos personales. Los resultados (Gráfico 1) han revelado que los contenidos de “Ecología, medio ambiente y biodiversidad”, “La evolución de la vida, su base molecular y fisicoquímica”, “Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología” y “Genética y evolución” les resultan más fáciles de impartir, mientras que los contenidos de “Inmunología” y “Los procesos geológicos y petrogenéticos” destacan como aquellos que les resultan más difíciles.

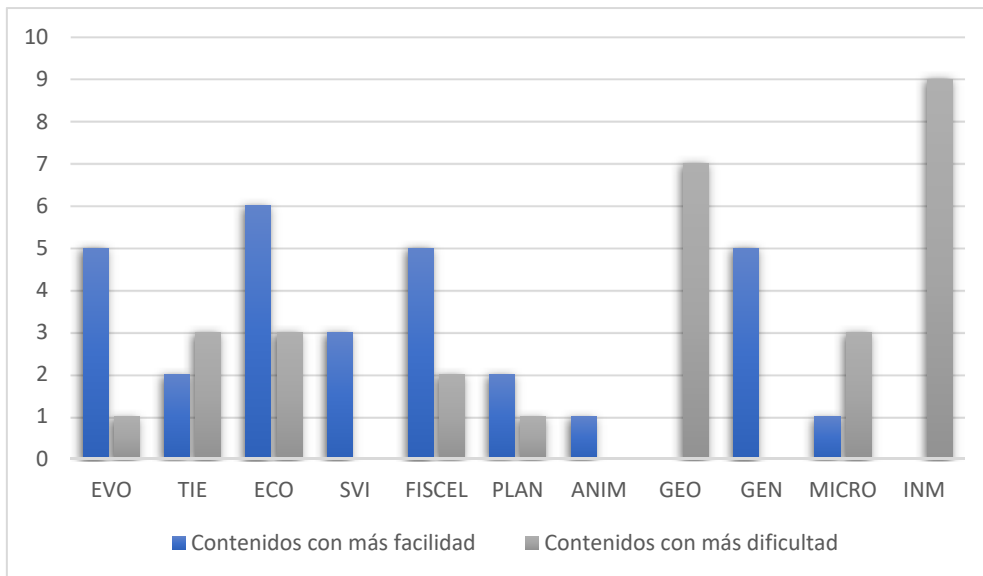


Gráfico 1. Contenidos del currículo que presentan más facilidad y dificultad para impartir por el profesorado (acrónimos en la Tabla 4)

Además, también se les ha pedido que valoren aquellos contenidos del currículo en los que consideran que los alumnos salen mejor preparados al finalizar la ESO (Gráfico 2). Podemos ver como los bloques de “Genética y Evolución”, “Ecología, medio ambiente y biodiversidad” y “Composición y función de los seres vivos” son señalados como aquellos temas más dominados por los alumnos al finalizar la ESO (en el gráfico aparecen con tonalidades más naranjas), mientras que los menos dominados son “Los procesos geológicos y petrogenéticos”, “Inmunología” y “Las plantas, sus funciones y adaptaciones al medio” (en el gráfico aparecen con tonalidades más verdes).

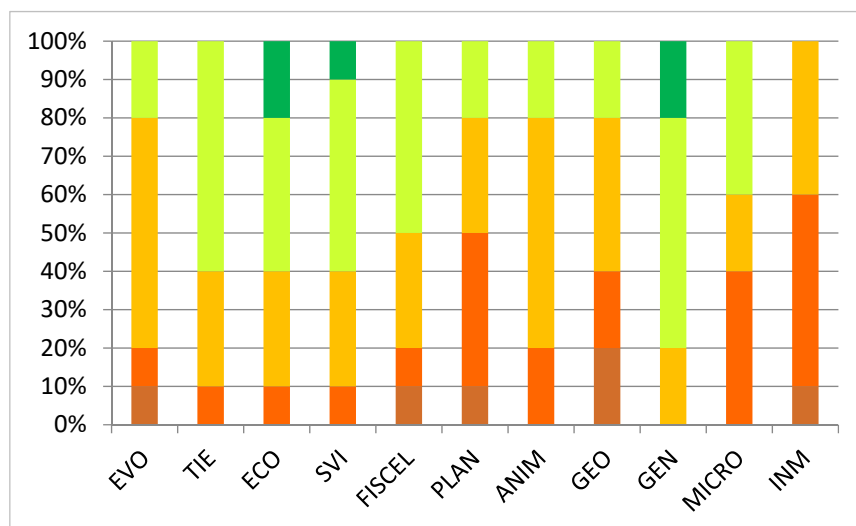


Gráfico 2. Contenidos del currículo en función de lo preparados que salen los alumnos al finalizar la ESO (cuanto más naranja menos preparados y cuanto más verde muy preparados), según el profesorado encuestado (acrónimos en la Tabla 4)

Se han analizado la facilidad y dificultad que supone para los profesores impartir determinados bloques de la asignatura de biología y geología y cuáles son los temas en los que sus alumnos finalizan la ESO más preparados, pero también es importante conocer que bloques consideran más importantes para el conocimiento de sus alumnos y los que han observado que les resultan más complicados de comprender, es por eso que se les ha pedido que ordenen los bloques de contenidos mencionados en función de la importancia que ellos les atribuyen y de la dificultad que les produce a los alumnos, de modo que los bloques posicionados en primer lugar serán menos importantes y con menos dificultad y los que aparecen en la posición 11 serán más importantes y más dificultosos (Tabla 5). Destacan los bloques de “Los procesos geológicos y petrogenéticos” y “Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra” como aquellos con menor importancia, ubicados ambos en la mayoría de los casos en las posiciones 1 y 2 de la escala de importancia, mientras que los bloques de “Ecología, medio ambiente y biodiversidad”, “Inmunología” y “Genética y evolución” son considerados más importantes, posicionándolos en muchos casos por encima de la posición 8 de la escala. En cuanto al nivel de dificultad, los profesores creen que los bloques de “Composición y función de los seres vivos”, “Ecología, medio ambiente y biodiversidad” e “Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra” tienen una menor dificultad para los alumnos, mientras que los bloques de “Microorganismos y biotecnología”, “Procesos geológicos y petrogenéticos” e “Inmunología” presentan mayor dificultad.

Tabla 5. Frecuencia de ordenación de los bloques de contenidos mencionados en función de la importancia que el profesorado les atribuyen y de la dificultad que les produce a los alumnos (1 poca importancia/poca dificultad y 11 mucha importancia/mucha dificultad) (acrónimos en la Tabla 4)

	Importancia											Dificultad										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
EVO	1	0	1	2	0	1	1	1	1	0	2	1	0	1	2	2	0	1	1	0	1	1
TIE	1	6	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	2	1	2	3	0	0	0	1	0	0
ECO	0	1	2	0	0	0	1	2	1	0	3	2	0	3	1	1	1	0	1	0	0	1
SVI	0	0	0	2	0	3	1	1	0	2	1	4	2	0	1	0	0	1	0	1	0	1
FISCEL	1	0	1	0	2	0	3	1	1	1	0	0	2	0	1	1	1	1	1	0	1	2
PLAN	0	0	0	3	3	3	0	1	0	0	0	0	2	2	3	1	2	0	0	0	0	0
ANIM	0	1	1	1	3	2	2	0	0	0	0	2	1	3	0	1	1	1	0	0	1	0
GEO	6	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	2	1	0	1	1	3
GEN	0	0	1	0	1	0	1	2	2	2	1	0	0	0	0	0	2	4	2	2	0	0
MICRO	1	0	0	2	0	0	1	0	1	4	1	0	0	0	0	0	0	1	4	1	4	0
INM	0	1	2	0	0	1	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	4	2	2

Las soluciones que los profesores plantean de cara a corregir estas dificultades son la utilización de más recursos educativos y formación especializada del profesorado, así como más horas prácticas y más tiempo para el desarrollo de cada bloque de contenidos. Además, alguno de los

encuestados destaca como posibles soluciones la elaboración de proyectos colaborativos, grupos más reducidos y formación del profesorado en los últimos estudios llevados a cabo en el área de ciencias. También se ha observado que un profesor justifica que las soluciones no son necesarias ya que es inherente a la temática y al grado de madurez de cada alumno.

2. Cuestionario alumnado

En total han participado en la encuesta 120 alumnos, 84 alumnos de 4º de ESO, 15 de 1º de Bachillerato y 21 de 2º de Bachillerato, pero debido a la diferencia de muestra entre ellos y teniendo en cuenta que la totalidad de profesores que han participado en la encuesta imparten sus clases en 4º de ESO, he decidido tener presentes únicamente los datos referidos a este curso de cara a elaborar el listado de recursos educativos. De los 84 alumnos de 4º de ESO, 43 aproximadamente la mitad son mujeres (43) y la otra mitad hombres (41) y, además, se les ha preguntado cuál de las cinco áreas de conocimiento en las que se dividen las carreras universitarias les llama más la atención de cara a estudios futuros, siendo las áreas: Artes y humanidades, Ciencias, Ciencias de la Salud, Ciencias sociales y jurídicas e Ingeniería e Historia. Se ha visto (Gráfico 3) como la mitad de los encuestados (45%) se decanta por carreras de la rama de las Ciencias de la Salud, mientras que únicamente el 2% prefiere las carreras de Artes y humanidades, el resto de los alumnos se reparte de forma equitativa entre las otras tres opciones.

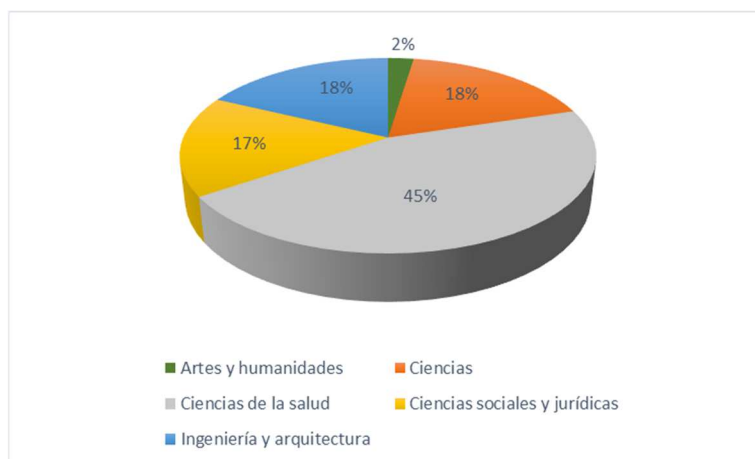


Gráfico 3. Distribución de los alumnos de 4º de ESO en función de su preferencia por las ramas de conocimiento en las que se dividen las carreras universitarias

Se les ha preguntado a los alumnos sobre los temas que más han aprendido en el instituto hasta el presente curso, en cuáles de ellos tienen más facilidad y dificultad y, además, se les ha pedido que señalen aquellos temas que creen que tienen una mayor utilidad en nuestra vida cotidiana

y de cara al futuro. En cuanto a los temas sobre los que más han aprendido (Gráfico 4), vemos como destacan los bloques de “Genética y evolución” y “Composición y función de los seres vivos”, mientras que dicen haber aprendido menos sobre “Inmunología”, “Microorganismos y biotecnología”, tiene sentido ya que son los bloques que se dan en bachillerato, pero también señalan el bloque de “Los procesos geológicos y petrogenéticos”.

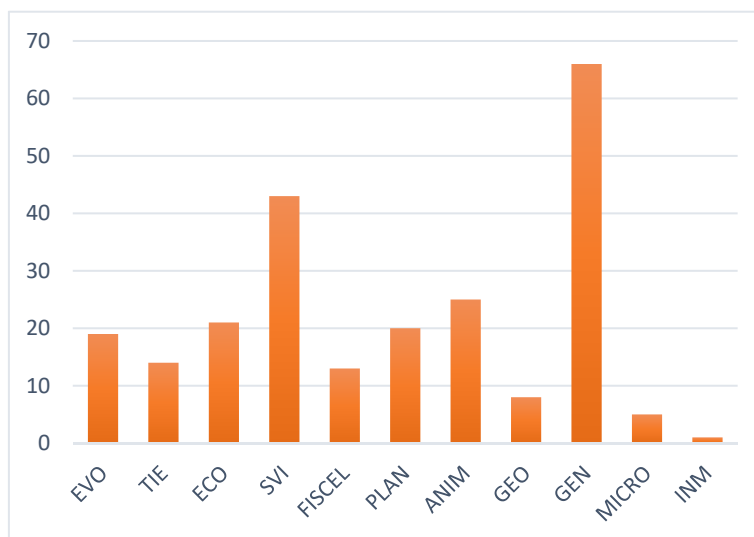


Gráfico 4. Bloques de contenidos que los alumnos han aprendido más en el instituto (acrónimos en la Tabla 4)

Si observamos lo que opinan sobre la utilidad de los temas (Gráfico 5), destacan como los bloques más útiles los de “Ecología, medio ambiente y biodiversidad” y “Genética y evolución” y menos útiles los de “Los procesos geológicos y petrogenéticos”, “Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología” e “Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra”. Por lo tanto, vemos como “Genética y evolución” es uno de los bloques sobre los que más han aprendido y uno de los que consideran más útiles, mientras que con el bloque de “Los procesos geológicos y petrogenéticos” ocurre lo contrario y destaca como uno de los que menos han aprendido y menos útil consideran.

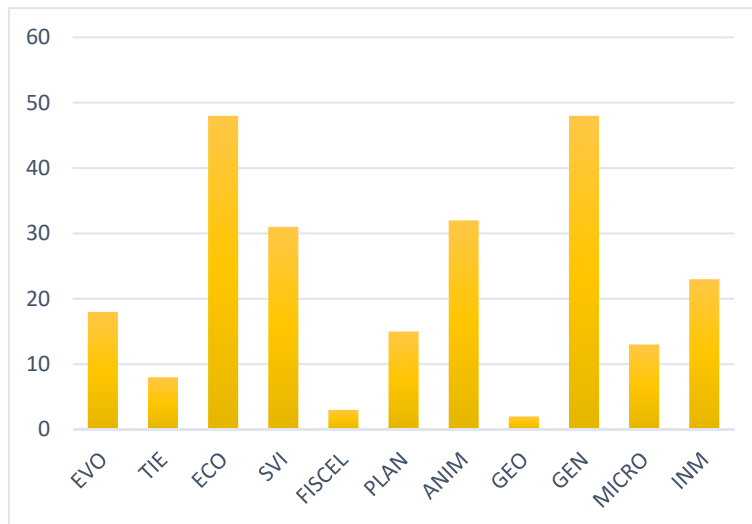


Gráfico 5. Bloques de contenidos que los alumnos consideran más útiles de cara al futuro (acrónimos en la Tabla 4)

En cuanto a la dificultad que les suponen los bloques de contenido (Gráfico 6), señalan como más fáciles “Genética y evolución”, “Los animales, sus funciones y adaptaciones al medio”, “Las plantas, sus funciones y adaptaciones al medio”, “Composición y función de los seres vivos” y “Ecología, medio ambiente y biodiversidad”, mientras que los más difíciles son “Microorganismos y biotecnología” (tema que no se imparte hasta llegar a bachillerato), “Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología” y “La evolución de la vida, su base molecular y fisicoquímica”.

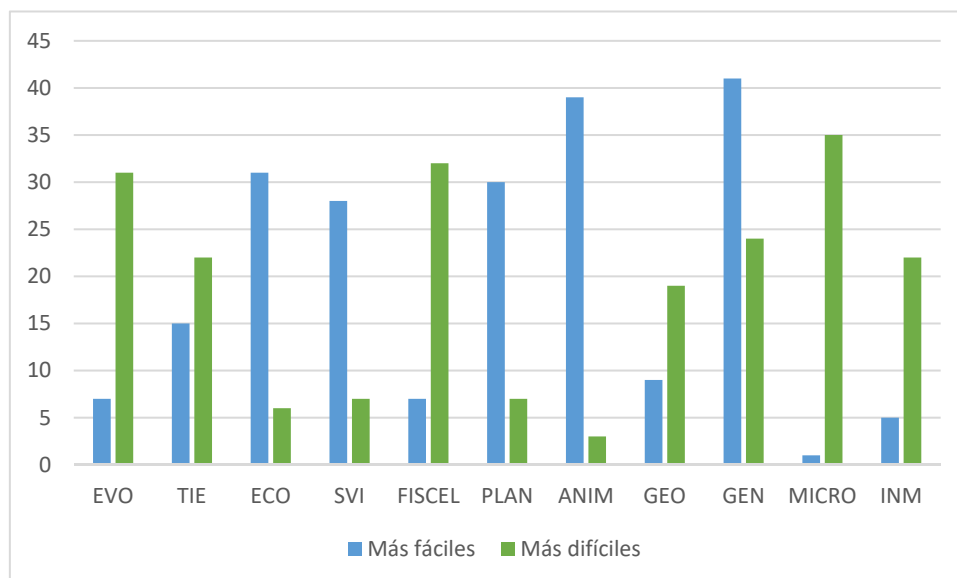


Gráfico 6. Bloques de contenidos más fáciles y difíciles para los alumnos (acrónimos en la Tabla 4)

Por otro lado, los alumnos han valorado de 1 a 5 el interés (siendo 1 poco interés y 5 mucho interés) hacia estos mismos temas. Para analizar esta pregunta se ha calculado la mediana para

cada uno de los bloques de contenidos (Tabla 6) donde el valor central refleja una valoración de 3 o 4 puntos en todos los bloques, por lo que demuestra que en general hay un interés generalizado por la asignatura, aunque sí que es verdad que los bloques de “La evolución de la vida, su base molecular y fisicoquímica”, “Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra”, “Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología”, “Las plantas, sus funciones y adaptaciones al medio”, “Los procesos geológicos y petrogenéticos” y “Microorganismos y biotecnología” son valorados como menos interesantes que los demás.

Tabla 6. Resultado del análisis de la mediana en relación con el interés que los alumnos dicen tener sobre cada uno de los bloques

Bloques de contenido	Mediana
La evolución de la vida, su base molecular y fisicoquímica	3
Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra	3
Ecología, medio ambiente y biodiversidad	4
Composición y función de los seres vivos	4
Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología	3
Las plantas, sus funciones y adaptaciones al medio	3
Los animales, sus funciones y adaptaciones al medio	4
Los procesos geológicos y petrogenéticos	3
Genética y evolución	4
Microorganismos y biotecnología	3
Inmunología	4

Las razones que los alumnos plantean de cara a explicar el porqué del interés de unos temas u otros son muy variadas, pero he recopilado y agrupado en categorías algunas de las respuestas que más me han llamado la atención. Las respuestas seleccionadas aducen a las siguientes razones:

Concienciación medioambiental

- “Porque creo que hay que centrarse más en temas medioambientales porque es más importante”
- “Yo creo que la ecología es un tema muy importante ahora mismo para la humanidad y es algo sobre lo que tenemos que investigar mucho”

Interés y comprensión del funcionamiento

- “Porque todo lo relacionado con los animales, como se comportan o enfermedades de los seres vivos me atrae más que lo que tiene que ver con nuestro planeta”

- “Personalmente, me gusta mucho más todo lo que tiene que ver con cómo son los seres vivos y cómo funcionan. No me gusta mucho la geología (aunque cómo ha cambiado la Tierra sí), ni tampoco cómo funcionan las células, me parece que este tema es bastante aburrido”
- “Porque me gusta saber cómo éramos antes los seres vivos, como hemos evolucionado y como seremos en el futuro”
- “Ya que me gusta mucho saber cómo surgen los nuevos seres vivos y que tienen en común con sus padres”
- “Me interesa saber cómo funciona nuestro cuerpo y como llegamos a ser así”

Cercanía, utilidad e importancia

- “La inmunología y la genética son más importantes ya que son tanto el pasado como el futuro de los seres vivos”
- “Yo creo que es más interesante saber de cosas que nos rodean, los microorganismos, plantas y demás también son importantes, pero si solo pudiera saber un tema, elegiría algo que vemos de cerca”
- “Para mí la biología es más importante que la geología, ya que significa comprender nuestra vida y la de los organismos y me parece mucho más práctica en el día a día”
- “A la geología y a los temas de las plantas les he dado poco interés, ya que son campos que ni mucho menos me interesan, ya que me parecen aburridos y muy poco cercanos”

Estudios y futuro

- “Porque me gusta saber cosas de los seres vivos y quiero estudiar medicina”
- “Porque está relacionado con la carrera que quiero estudiar”
- “Porque son las más útiles para el día de mañana o para el futuro”

3. Comparación entre las percepciones de ambos grupos

Como ya he mencionado, se ha tomado la decisión de incluir únicamente las aportaciones de los alumnos de 4º de ESO de cara a la selección y clasificación de recursos, ya que la participación de los alumnos de bachillerato ha sido muy escasa. A pesar de que han participado pocos profesores en comparación con el número de alumnos de 4º de ESO, se han analizado sus respuestas para comparar ambos grupos y se han extraído una serie de listados de temas comunes a ambos grupos en función de la preparación lograda al terminar la etapa, importancia

y la facilidad (Tabla 7). Además, se ha tenido en cuenta el bajo interés del alumnado por determinados bloques (“La evolución de la vida, su base molecular y fisicoquímica”, “Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra”, “Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología”, “Las plantas, sus funciones y adaptaciones al medio”, “Los procesos geológicos y petrogenéticos” y “Microorganismos y biotecnología”) y los contenidos que resultan más complicados de impartir para el profesorado (“Inmunología” y “Los procesos geológicos y petrogenéticos”).

Tabla 7. Comparación entre percepciones de profesores y alumnos de cara a preparación, importancia y facilidad de los bloques de contenido (acrónimos en la Tabla 4)

	Profesores	Alumnos
Los alumnos están mejor preparados o han aprendido más sobre...	GEN	GEN
	ECO	-
	-	SVI
Los alumnos están peor preparados o han aprendido menos sobre...	GEO	GEO
	-	MICRO
	PLAN	-
	-	INMU
Considero más importantes los bloques...	ECO	ECO
	INMU	-
	GEN	GEN
Considero menos importantes los bloques...	GEO	GEO
	-	FISCEL
	TIE	TIE
Para los alumnos son más fáciles los bloques...	SVI	SVI
	ECO	ECO
	TIE	-
	-	GEN
	-	ANIM
	-	PLAN
Para los alumnos son más difíciles los bloques...	MICRO	MICRO
	INMU	-
	GEO	-
	-	FISCEL

	Profesores	Alumnos
Los alumnos están mejor preparados o han aprendido más sobre...	GEN	GEN
	ECO	-
	-	SVI
Los alumnos están peor preparados o han aprendido menos sobre...	GEO	GEO
	-	MICRO
	PLAN	-
	-	INMU
	-	EVO

Teniendo en cuenta los temas que han sido identificados coincidentemente como aquellos de los que los alumnos han aprendido menos, los consideran menos importantes, les resultan más difíciles o menos interesantes y los profesores tienen más dificultad a la hora de impartirlos (destacados en naranja en la Tabla 7) se consideran para la siguiente fase, de modo que se elaborará una colección de recursos educativos para 4º de ESO relacionados con los siguientes temas:

- Los procesos geológicos y petrogenéticos
- Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra
- Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología

Análisis de la encuesta con respecto a NNTT en profesores y alumnos

Además, se han analizado las opiniones de ambos grupos con respecto a las NNTT que cada vez se están introduciendo más en el aula. Para ello, dentro del mismo cuestionario se ha planteado una pregunta con cinco pequeñas afirmaciones relacionadas con la utilización de las NNTT que tanto alumnos como profesores debían valorar del menos a más adecuación en una escala de 1 a 5 y se ha realizado la mediana de los valores obtenidos de cada grupo para que valores extremos no interfieran en el resultado (Tabla 8).

Tabla 8. Resultados del cálculo de la Mediana de los valores de cada una de las afirmaciones relativas a las NNTT

	Profesores	Alumnos
Se utilizan (poco/mucho)	2,5	3
Son (poco/muy útiles)	3	4
En el colegio hay (poca/mucha tecnología)	3	4
Los profesores (no/si saben usarlas)	2	3
Los alumnos (no/si saben usarlas)	2,5	3

Podemos ver como en general, los alumnos valoran más positivamente todas las afirmaciones, de modo que podemos decir que los alumnos de 4º de ESO tienen mejor percepción de las TIC; las perciben como más útiles, más utilizadas y tienen una mejor percepción de sus propias capacidades y las de sus profesores. Los profesores, en cambio, se sienten menos capacitados para el uso de las TIC e igualmente su alumnado (Tabla 8).

Con el fin de conocer mejor la Competencia Digital de los alumnos de 4º de ESO de cara a proponer unos recursos educativos u otros, se ha añadido al cuestionario una pregunta de Si/No con una serie de ítems y el resultado ha sido bastante positivo, ya que en general los alumnos han contestado afirmativamente a todas las preguntas (Tabla 9), aquellas con unos porcentajes más equilibrados serían la relativa a la preferencia de realizar los trabajos y las actividades a ordenador en lugar de hacerlo a mano, de modo que un buen porcentaje de alumnos no lo prefiere de esta forma o no se posiciona (46%). Además, podemos observar como más de la mitad de los alumnos encuestados (61%) amplía los contenidos por su cuenta, mientras que solo un y únicamente un 39% asegura que no suele ampliar los contenidos de clase o prefieren no opinar al respecto. Por otro lado, un buen porcentaje habitualmente no redacta y envía correos electrónicos o no contesta al respecto (37%), pero, al igual que en la afirmación anterior, es destacable que más de la mitad (62%) sí que lo hace.

En general estos datos nos dan una visión positiva de las NNTT entre los alumnos, ya que en general les sirve para comprender mejor los bloques de contenido, para buscar dudas, para ampliar contenidos y conocen herramientas de presentación, pero sí que es verdad que aún sigue existiendo un buen número de alumnos que prefiere realizar actividades, ejercicios y trabajos a mano en lugar de hacerlos a ordenador como hacen hoy en día la mayoría de los centros educativos.

Tabla 9. Porcentaje de alumnos que han respondido SI/NO o NS/NC a cada una de las afirmaciones relacionadas con la Competencia Digital

		SI (%)	NO (%)	NS/NC (%)
Uso de herramientas y habilidades procedimentales	Habitualmente haces trabajos en forma de texto o video en tu ordenador	82	11	6
	Habitualmente redactas y envías correos electrónicos	62	27	10
	Sabes editar imágenes con tu ordenador	73	17	10
	Conoces y utilizas diferentes herramientas para presentar tus trabajos (PowerPoint, Prezi...)	93	2	4
Búsqueda de información y mejora de comprensión	La utilización de la tecnología en el aula te sirve para comprender mejor algunos temas	89	5	6
	Sueles ampliar los contenidos de clase buscando información por tu cuenta	61	24	15
	Buscas en internet las dudas que te surgen en clase	76	11	13
Preferencias	Prefiero realizar los trabajos y las actividades a ordenador en vez de a mano	52	25	21

2. Colección de recursos

Actualmente existen cantidad de recursos educativos digitales disponibles en la web, pero que exista esta abundancia no siempre es positivo para el profesorado, ya que ocasiona gran dificultad a la hora de seleccionar e identificar el recurso que mejor se adapte a un determinado fin educativo. Las NNTT se están utilizando como un fin en vez de como recurso y herramienta para llegar a un fin, algo que hace que los docentes se centren en las tecnologías y no en el aprendizaje (Cela et al., 2010). Además, como ya he dicho anteriormente, muchos docentes no presentan esa competencia tecnológica necesaria para la introducción de estos recursos digitales en el aula, por lo que en muchas ocasiones no son capaces de identificar las ventajas o desventajas de cada recurso. Es por este motivo que se ha elaborado una matriz de evaluación de recursos digitales en la que se valoran una serie características importantes que debería presentar un buen recurso educativo.

2.1. Búsqueda bibliográfica

Para elaborar una colección de recursos completa y útil, ha sido necesaria una búsqueda bibliográfica en diversos portales:

- **Procomún** (<https://procomun.educalab.es/>)
- **Eduteka** (<http://eduteka.icesi.edu.co/recursos/>)
- **Learn.Genetics** (<http://learn.genetics.utah.edu/>)
- **Gizmos** (<https://www.explorellearning.com/>)
- **Modelling and Drawing** (<http://modeldrawing.eu/>)
- **GO-LAB** (<http://www.golabz.eu>)
- **PhET** (<https://phet.colorado.edu>)
- **eduMedia** (<https://www.edumedia-sciences.com/en/>)
- **PBS LearningMedia** (<https://www.pbslearningmedia.org/>)
- **OER Commons** (<https://www.oercommons.org/>)

2.2. Matriz de evaluación de recursos

Para elaborar un listado útil de recursos educativos es necesario evaluar su calidad y pertinencia para seleccionar aquellos que mejor convengan a cada situación. Para realizar esta evaluación existen gran cantidad de herramientas que comparan los recursos de aprendizaje, entre ellos la herramienta LORI (del inglés *Learning Object Review*) que tiene en cuenta nueve variables de evaluación: calidad de los contenidos, adecuación a los objetivos de aprendizaje, feedback (retroalimentación) y adaptabilidad, motivación, diseño y presentación, usabilidad, accesibilidad, reusabilidad y cumplimiento de estándares (Otamendi et al., 2003). Por ello, con el fin de juzgar la utilidad de los recursos encontrados y seguir los mismos criterios de valoración en todos ellos, se ha elaborado una matriz de evaluación en la que en las columnas aparecen las nueve variables que analiza la herramienta LORI.

Dentro de cada una de las nueve variables en las que se basa la matriz de evaluación, nos centraremos en las siguientes características:

- 1- **Calidad de los contenidos:** Se valorará que el recurso no provoque confusión en el alumnado y, además, se tendrá en cuenta que se base en argumentos lógicos junto con una presentación equilibrada y un nivel adecuado de detalle.

- 2- **Adecuación a los objetivos de aprendizaje:** Deberá hacer referencia a los objetivos de aprendizaje dentro de los contenidos y que estos se adecuen al perfil del alumnado.
- 3- **Cumplimiento de estándares:** El recurso deberá cumplir con las directrices y estándares de aprendizaje y los metadatos que contiene son suficientes y están disponibles para el usuario.
- 4- **Feedback (retroalimentación) y adaptabilidad:** El contenido adaptativo o *feedback* será en función de la respuesta que proporcione cada alumno y a su estilo de aprendizaje.
- 5- **Motivación:** Deberá presentar la capacidad de motivar y generar interés en un grupo concreto de alumnos. El recurso ofrece simulaciones basadas en la realidad y la interactividad.
- 6- **Usabilidad:** Navegación e interfaz fácil, intuitiva y ágil.
- 7- **Accesibilidad:** Es accesible utilizando dispositivos de asistencia a discapacitados para usuarios con discapacidades sensoriales y motoras y también se puede acceder al objeto de aprendizaje a través de dispositivos móviles.
- 8- **Reusabilidad:** Se valorará que el recurso pueda transferirse a un curso ya diseñado o en nuevos escenarios de aprendizaje con distintos alumnos adaptando el contenido.
- 9- **Diseño y presentación:** Se valorará que el texto sea legible, los gráficos y tablas se encuentran correctamente etiquetados y ordenados y las animaciones o vídeos incluyan narración. Además, los distintos párrafos deberán estar encabezados por títulos significativos con una escritura clara, concisa y sin errores junto con un color, música, y diseño que no interfieran con los objetivos de aprendizaje.

Para utilizar la herramienta de valoración LORI, se ha valorado del 1 al 5 cada una de las variables y se ha hecho un análisis, de modo que aquellos recursos que tengan una valoración menor de 3 en las variables de Calidad de los contenidos, Adecuación a los objetivos de aprendizaje o Cumplimiento de estándares no pasarán el filtro necesario para ser considerados buenos recursos, ya que se considera que estas variables son más importantes que las demás (*Anexo III. Matrices de evaluación de recursos*). Una vez valoradas todas y cada una de las variables, aquellos recursos de cada uno de los bloques con una valoración superior a los demás, pasarán a ser analizados con más profundidad (*2.3. Colección de recursos*).

2.3. Colección de recursos

Una vez valorados y analizados todos los indicadores de calidad en todos los recursos escogidos, se han seleccionado dos recursos de cada uno de los bloques de contenidos, siendo aquellos con

un resultado de más de 3 puntos en los apartados de *Calidad de los contenidos*, *Adecuación a los objetivos de aprendizaje* o *Cumplimiento de estándares* ya que se considera que estas variables son más importantes que las demás, como se ha dicho en el apartado anterior.

A continuación, se presentan dichos recursos educativos (entre paréntesis aparece el acrónimo del bloque al que pertenecen, Tabla 4) con una descripción más extensa y detallada, junto con los contenidos para los que se propone y un posible uso que se le podría dar dentro del bloque de contenidos al que pertenece. Además, se comentará el nivel de SAMR, de modo que sabremos el nivel de impacto de las TIC con la utilización de los recursos. El nivel SAMR se valorará de 1 a 4 en función del nivel al que pertenezca dentro del modelo teórico (siendo 1 el nivel más bajo o *Substitution* y 4 el nivel más alto o *Redefinition*).

1. Estudio de un corte geológico (GEO)

Las puntuaciones obtenidas para cada uno de los indicadores de calidad de los recursos en la matriz (Anexo III. Matrices de evaluación de recursos: “Los procesos geológicos y petrogenéticos”) han sido:

Calidad de contenidos	5
Adecuación a objetivos de aprendizaje	3
Cumplimiento de estándares de aprendizaje	4
Feedback y adaptabilidad	2
Motivación	3
Usabilidad	5
Accesibilidad	5
Reusabilidad	3
Diseño y presentación	5

Tipo: Animación

URL: <http://cienciasnaturales.es/CORTEGEOLOGICO.swf>

Bloque de contenidos: Los procesos geológicos y petrogenéticos

Objetivos de aprendizaje: Con la utilización de este recurso el objetivo es que los alumnos trabajen la historia geológica de los cortes geológicos, sepan situar diferentes hechos geológicos (deposiciones, levantamientos, erosiones, carstificaciones, etc.), y estructuras geológicas (pliegues y fallas principalmente), además de situar la estratigrafía del corte (concordancias, discordancias, tipos de contacto, etc.). Por último,

también es objetivo de esta actividad es trabajar la presencia de diferentes ambientes geológicos tras el depósito de materiales (ambiente continental, marino, etc.) y también que los alumnos sepan secuenciar diferentes hechos geológicos.

Diseño técnico: El diseño técnico, desde mi punto de vista, es muy sencillo pero visual, ya que es el formato de corte geológico que se utiliza en la mayor parte de los libros, pero al ser una representación dimensional y no plano como en los libros (Imagen 6) me parece mucho más fácil de comprender e imaginar por parte de los alumnos.

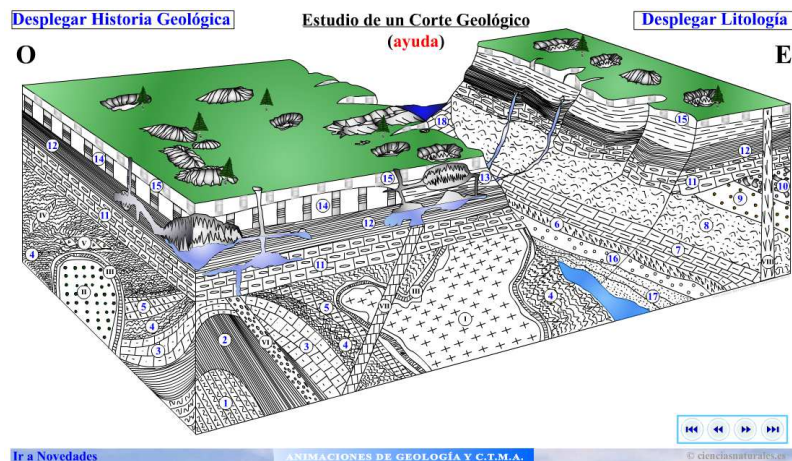


Imagen 6. Captura del Recurso educativo 1.

Además, el menú (Imagen 7) que ofrece es bastante aclaratorio, ya que ofrece una explicación de toda la teoría que se va a visualizar en la animación (tanto la historia geológica como la litología) y un menú de ayuda sobre cómo utilizar la animación y pequeños trucos. Por otro lado, se trata de un recurso de acceso libre, no es necesario crearse una cuenta para acceder a él y es posible adaptarlo según el nivel del alumno o de la profundización de los contenidos que se haya dado el en aula.

- 1.-Despliegue **Litología** para estudiar los materiales del corte.
- 2.-Identifique la antigüedad de los Materiales [**paleozoico** (cámbrico, ordovícico, silúrico, devónico, carbonífero y pérmico), **mesozoico** (triásico, jurásico y cretácico), **cenozoico** (terciario y cuaternario)]. Por ejemplo, los materiales más recientes (cuaternario) son los **eluviones, coluviones y aluviones** asociados a zonas kársticas, valles y terrazas fluviales así como a depósitos lacustres y costeros.
- 3.-Para establecer la secuencia de **hechos geológicos** y la **historia geológica** del corte es conveniente que utilice: el **principio de Steno** (superposición de estratos), **principio de continuidad**, los **ciclos sedimentarios** (depósitos existentes entre dos discontinuidades o lagunas estratigráficas), los **materiales ígneos** [**plutones** (batolitos, lacolitos, facolitos y lololitos) y **filones** (filones-diques o filones-capas)], los **materiales metamórficos** [**regionales** (actúan presión y temperatura), de **contacto** (temperatura) y **dinamometamorfismo** (presión)].
- 4.-Todo proceso geológico suele ser **posterior a los materiales a los que afecta** y **anterior a los que no han sido afectados por él**. Ejemplo: plegamientos, fallas, intrusiones, aureolas metamórficas, diques volcánicos, karstificación, encajamiento de valles fluviales...
- 5.-Despliegue **Historia Geológica** tras haber revisado por completo la animación y sólo para comprobar el resultado de la actividad final.

Imagen 7. Información ofrecida por el menú del Recurso Educativo 1.

Como punto negativo diría que no ofrece un *feedback* al alumno de su progreso a lo largo de la utilización de la actividad, ya que se espera que esa retroalimentación se la ofrezca el profesor que está dirigiendo la utilización de este recurso y esto puede derivar en una falta de motivación del alumno durante el manejo de este recurso, ya que en ningún momento la pantalla le va a decir si lo está haciendo bien o mal. Además, la actividad propuesta al final del recurso no es interactiva, ya que exige que el profesor imprima la ficha para que los alumnos la cumplimenten, algo que considero que, de estar diseñada de otra forma, podría hacerse perfectamente en el propio ordenador.

Aplicación que ofrece y nivel SAMR: Durante los primeros pasos de la aplicación, se trata únicamente de observar lo ocurrido en el corte geológico y complementar la explicación con los desplegaes del recurso. Al finalizar la animación, se propone una actividad (Imagen 8) y unas indicaciones prácticas para que el profesorado oriente la actividad hacia unos determinados objetivos y estándares.

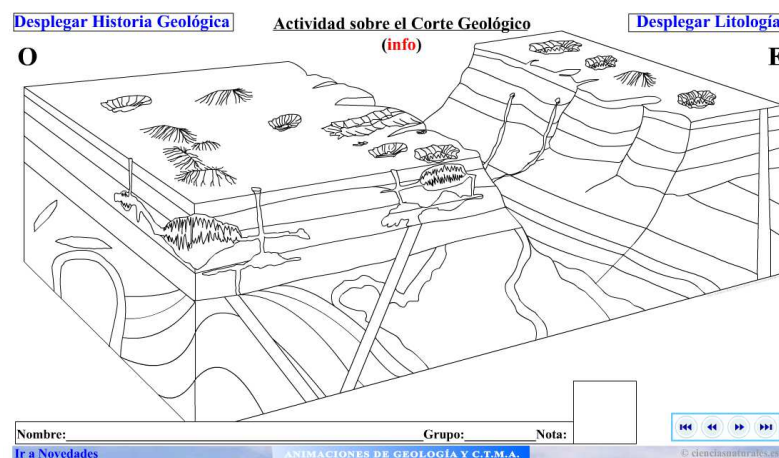


Imagen 8. Actividad propuesta dentro del Recurso Educativo 1.

Desde mi punto de vista, la aplicación que ofrece este recurso se encontraría dentro del nivel 2 del modelo SAMR, que corresponde al Aumento o *Augmentation*, ya que, en este caso, la tecnología mejora, pero no transforma la actividad ya que actúa como un sustituto directo que incluye mejoras funcionales. No estaría dentro del nivel 1 (Sustitución o *Substitution*) ya que en este caso pienso que se podría conseguir una mejora del aprendizaje de los cortes geológicos con respecto al trabajo que se suele hacer en los centros educativos para explicar este tema.

Aplicación propuesta y nivel SAMR: Para lograr que este recurso educativo pase de nivel 2 (Aumento o *Augmentation*) a un nivel superior (Modificación o *Modification*), los alumnos podrían agregar grabaciones de audio explicativas de la animación, ya que carece de ellas y el simple hecho de añadirle ese punto de audio puede enriquecer tanto el propio recurso como el aprendizaje de los alumnos, ya que les ayuda a reflexionar y repetir, a expresarse de forma adecuada y, por lo tanto, a mejorar el proceso de aprendizaje y fijación de contenidos.

2. Visualizador de terremotos de España (GEO)

Las puntuaciones obtenidas para cada uno de los indicadores de calidad de los recursos en la matriz (Anexo III. Matrices de evaluación de recursos: “Los procesos geológicos y petrogenéticos”) han sido:

Calidad de contenidos	4
Adecuación a objetivos de aprendizaje	3
Cumplimiento de estándares de aprendizaje	3
Feedback y adaptabilidad	2
Motivación	4
Usabilidad	5
Accesibilidad	3
Reusabilidad	5
Diseño y presentación	5

Tipo: Mapa interactivo del Ministerio de Fomento (Gobierno de España)

URL: <http://www.ign.es/web/resources/sismologia/tproximos/prox.html>

Bloque de contenidos: Los procesos geológicos y petrogenéticos

Objetivos de aprendizaje: El objetivo principal es que los alumnos sepan situar geográficamente los terremotos ocurridos en España para posteriormente conocer más información como la latitud, longitud, profundidad o magnitud. Con todos estos datos, los alumnos pueden continuar investigando más sobre los principales terremotos, los más cercanos o los más destructivos de los últimos días.

Diseño técnico: Visualmente me parece una aplicación muy atractiva, por su fácil navegación y una interfaz muy intuitiva gracias a la utilización de código de colores para identificar diferentes datos (Imagen 9). Se podría acceder perfectamente con un dispositivo móvil o *tablet*, aunque sí que es verdad que no podría ser utilizado por muchos alumnos discapacitados ya que, al no estar destinado a educación, la comprensión de los datos puede ser complicada. Del mismo modo, al no estar enfocada a la enseñanza, no ofrece una retroalimentación relativo a la calidad o corrección de las respuestas del alumnado, algo que podría repercutir en la motivación del alumnado. Por lo demás, se trata de un recurso de libre acceso para cualquier ciudadano, por lo que los centros educativos no tendrían ningún tipo de problema para utilizarlos. La reusabilidad es muy positiva ya que permite que el recurso sea utilizado en diferentes escenarios de aprendizaje y con alumnos de distinto tipo.



Imagen 9. Captura de pantalla del Recurso Educativo 2.

Aplicación que ofrece y nivel SAMR: Esta página del Ministerio de Fomento no ofrece ninguna aplicación didáctica de este recurso, ya que, como se ha mencionado en el apartado anterior, se trata de una herramienta de consulta para la ciudadanía en general, pero ofrece gran cantidad de datos e imágenes que pueden ser aplicados a

muchos ámbitos, tanto para aquellos curiosos que les guste investigar como para la didáctica de las ciencias en los centros educativos.

Aplicación propuesta y nivel SAMR: Una actividad interesante sería, tras haber dado la teoría referida a terremotos, asignar a cada alumno una zona del mapa para que analicen todos los terremotos ocurridos, tanto de pequeña como de gran intensidad y magnitud, para que traten de dar una explicación geológica a estos acontecimientos (edad de los materiales, posición respecto a los bordes de placa, etc.). Con esto conseguiríamos fijar la comprensión de conceptos básicos sobre terremotos, junto con la interpretación de mapas y datos, la investigación científica y la expresión oral. Con este planteamiento, considero que el recurso podría estar dentro del nivel 3 del modelo SAMR (Modificación o *Modification*), ya que, a través de la utilización de este recurso se consigue una redefinición de las tareas junto con un cambio metodológico basado en las TIC así que, gracias a la utilización de estas sencillas aplicaciones, los alumnos pueden analizar, investigar, crear y presentar la información utilizando diferentes tecnologías.

3. Construcción de Pangea (TIE)

Las puntuaciones obtenidas para cada uno de los indicadores de calidad de los recursos en la matriz (Anexo IV. Matrices de evaluación de recursos: “Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra”) han sido:

Calidad de contenidos	4
Adecuación a objetivos de aprendizaje	4
Cumplimiento de estándares de aprendizaje	4
Feedback y adaptabilidad	4
Motivación	3
Usabilidad	5
Accesibilidad	2
Reusabilidad	3
Diseño y presentación	4

Tipo: Mapa interactivo

URL:

<https://www.explorellearning.com/index.cfm?method=cResource.dspView&ResourceID=633>

Bloque de contenidos: Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra

Objetivos de aprendizaje: El objetivo de este recurso educativo es que los alumnos conozcan la teoría de la tectónica de placas propuesta por Alfred Wegener, en la que todos los continentes de la Tierra se unían en un antiguo supercontinente al que llamó Pangea. Se plantea a los estudiantes que creen su propia versión de Pangea juntando las masas terrestres de la Tierra como piezas de rompecabezas, usando las evidencias de fósiles, rocas y glaciares que se proponen.

Diseño técnico: Se trata de un recurso con un diseño divertido tipo puzzle, que, desde mi punto de vista, resulta muy visual, aunque sí que es verdad que al comienzo pueden surgir algunas dudas de cómo utilizarlo, por lo que puede resultar poco intuitivo (Imagen 10). No existe una retroalimentación como tal, pero sí que es verdad que el recurso tiene algunos trucos (gama de colores, las piezas vuelven a su lugar de origen, etc.) que hacen que el estudiante pueda saber si lo está haciendo bien, aunque le pueden surgir pequeñas dudas, lo que puede derivar en una falta de interés o motivación en el alumno. Se podría acceder perfectamente con un dispositivo móvil o *tablet*, pero requiere un registro previo en la página web de *Gizmos*, ya que, de no hacerlo, únicamente se tendrá un acceso libre al recurso durante cinco minutos. Además, creo que debería ofrecer algún tipo de adaptación para aquellas personas con discapacidad, por todo ello la puntuación de accesibilidad es tan baja. La reusabilidad es muy positiva ya que permite que el recurso sea utilizado en diferentes escenarios de aprendizaje y con alumnos de distinto tipo, siempre que el profesor haga una explicación previa de los contenidos.

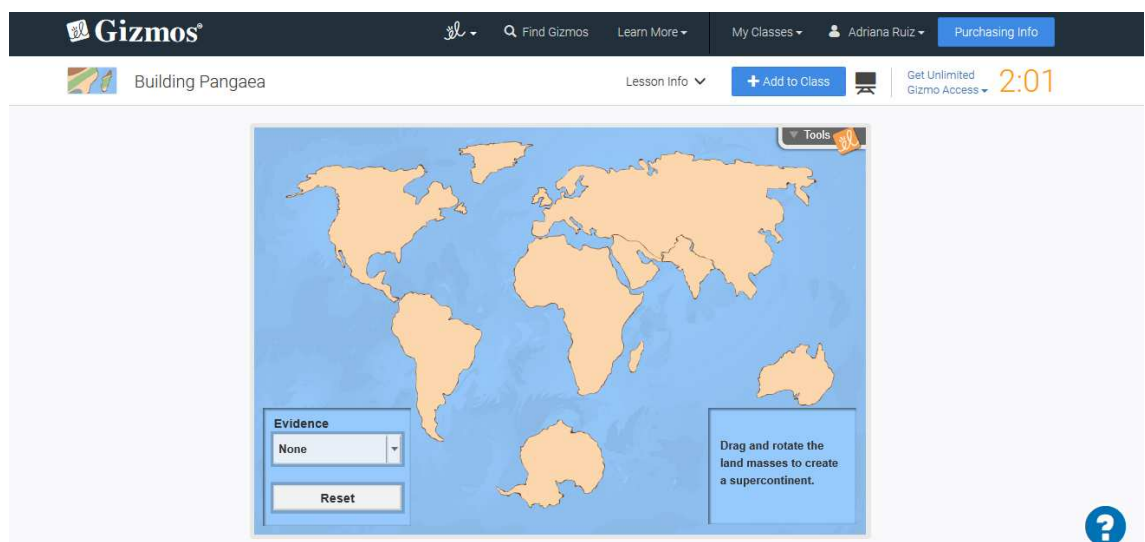


Imagen 10. Captura de pantalla del Recurso Educativo 3.

Aplicación que ofrece y nivel SAMR: Este recurso educativo propone construir el mapa del mundo a su forma inicial, de modo que al finalizar la actividad los alumnos deberán tener construido el mapa de Pangea, para ello, se ofrece la posibilidad de utilizar registros fósiles, glaciares, cordilleras, etc. a modo de distintas coloraciones en el mapa, para que sea más intuitiva la construcción de éste. Además, la página web presenta una serie de ejercicios propuestos para los estudiantes y un vocabulario básico sobre lo que se van a encontrar durante el manejo del recurso (Imagen 11).

ExplorLearning **Gizmos**

Name: _____ Date: _____

Student Exploration: Building Pangaea A

Vocabulary: continental drift, fossil, glacier, ice age, landmass, Pangaea, supercontinent

Prior Knowledge Questions (Do these BEFORE using the Gizmo.)

- Antarctica is a frozen land, so cold and icy that no trees can grow there. Yet scientists have discovered **fossils** (remains preserved in rock) of ancient trees in Antarctica.
What do you think this means? _____

- The Himalayas in central Asia are the tallest mountains in the world. But fossils of seashells can be found high in these mountains, far from any ocean.
How do you think they got there? _____

ExplorLearning **Gizmos**

Vocabulary: Building Pangaea B

Vocabulary

- **Continental drift** – the theory that the continents are moving very slowly.
 - Alfred Wegener proposed continental drift in 1915.
 - Wegener found evidence that the continents were once joined together in a giant supercontinent he called Pangaea. His theory states that, when Pangaea broke up, the continents slowly drifted to their current positions.
- **Fossil** – the remains, traces, or imprint of an ancient living thing preserved in rock.
 - Fossils can be bones, shells, impressions, or even footprints.
- **Glacier** – a large, slowly moving body of snow and ice.
- **Ice age** – a time when Earth was very cold and large areas were covered by glaciers.
- **Landmass** – a large, unbroken area of land.
- **Pangaea** – an ancient supercontinent that scientists believe existed from about 200 to 300 million years ago.
- **Supercontinent** – a single landmass that includes two or more continents.

Imagen 11. Complementos del Recurso Educativo 3. A: Actividades para los alumnos, B: Vocabulario

En cuanto al nivel SAMR, estaríamos ante un nivel 3 (Modificación o *Modification*), ya que estamos ante una actividad de tipo indagatorio, en la que tienen que ir recogiendo

pruebas diversas y utilizándolas para reconstruir el mapa inicial de Pangea, algo que también podría hacerse en papel, pero, en este caso, el papel diferencial es el *Feedback* inmediato que permite una autorregulación continua. Además, aunque no sea propio de la tecnología, pues se podría haber hecho en papel, la aplicación propuesta está muy bien planteada, ya que ofrece fichas previas que obligan a la reflexión (Imagen 11) vocabulario que pueden necesitar y, además, aprenderán el contexto en el que ocurrió el proceso.

Aplicación propuesta y nivel SAMR: Para mejorar el nivel 3 de Modificación o *Modification* que tienen las actividades iniciales que ofrece el recurso educativo, los alumnos podrían, por grupos, investigar y contestar a dichas preguntas, pero utilizando a su vez la aplicación de *Google Maps* para poder aportar pantallazos y crear un puzle ‘más realista’ que compartirán con sus compañeros en un blog en línea. La utilización de *Google Maps* y la elaboración del blog podrían llevar este simple recurso hasta un nivel de Redefinición o *Redefinition* dentro del modelo SAMR.

4. Placas tectónicas (TIE)

Las puntuaciones obtenidas para cada uno de los indicadores de calidad de los recursos en la matriz (Anexo IV. Matrices de evaluación de recursos: “Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra”) han sido:

Calidad de contenidos	3
Adecuación a objetivos de aprendizaje	4
Cumplimiento de estándares de aprendizaje	4
Feedback y adaptabilidad	4
Motivación	5
Usabilidad	5
Accesibilidad	4
Reusabilidad	3
Diseño y presentación	5

Tipo: Animación

URL:

<https://www.explorelearning.com/index.cfm?method=cResource.dspView&ResourceID=446>

Bloque de contenidos: Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra

Objetivos de aprendizaje: El objetivo es que los estudiantes sean capaces de observar los efectos del movimiento de las placas tectónicas, incluidas las erupciones volcánicas. Para ello deberán mover la corteza terrestre y se ayudarán de la información sobre cada uno de los principales tipos de límites de placas, junto con sus ubicaciones en la Tierra.

Diseño técnico: La calidad del diseño de la información permite al usuario aprender de forma eficiente ya que la estructura visual y el texto resultan atractivos y legibles. El color, la música y el diseño no interfieren con los objetivos de aprendizaje (Imagen 12). En cuanto a la retroalimentación, este recurso ofrece una serie de preguntas que los alumnos deben de ser capaces de responder tras el manejo del recurso, y que al ser preguntas interactivas de tipo test, informa tanto al alumno como al profesor de los aciertos y fallos de las respuestas. Por otro lado, este recurso ofrece simulaciones reales que estimulan al alumno a través de juegos, por lo que es más probable que el alumno muestre más interés en la materia tras haber trabajado con este recurso.

En cuanto a la usabilidad y la accesibilidad vemos como la interfaz informa al alumnado de cómo utilizar cada apartado del recurso, las instrucciones son claras y la navegación es fácil, intuitiva y ágil y, además, se trata de un recurso de libre acceso, pero por tiempo limitado, para ser usado sin límite de tiempo es necesario registrarse. Puede ser utilizado a través de dispositivos móviles, que hoy en día tanto se usan en los centros educativos.

Su uso depende de recursos de aprendizaje específicos y externos y podrá ser utilizado únicamente por un grupo de alumnos que tengan claros los conceptos previos, por lo que el propio recurso contiene contenidos adicionales como glosario o preguntas.

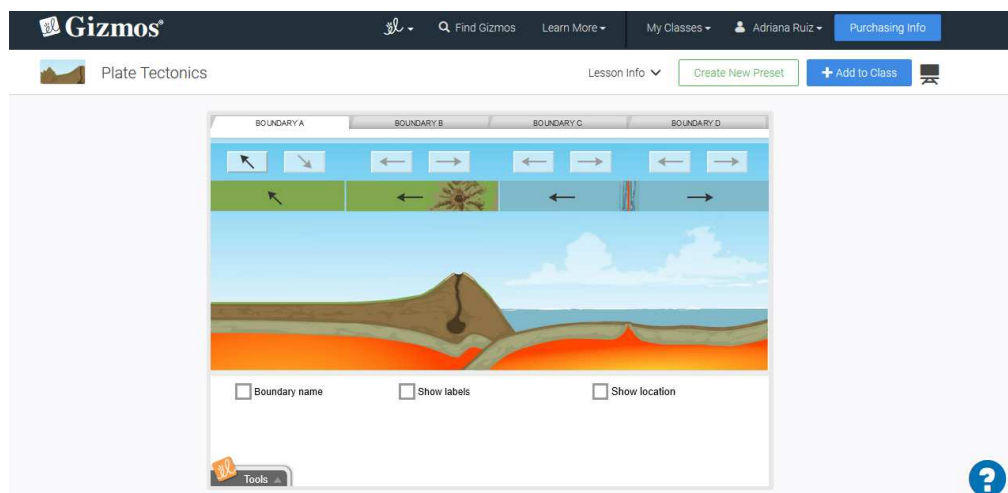



Imagen 12. Captura de pantalla del Recurso Educativo 4.


Aplicación que ofrece y nivel SAMR: Este recurso propone al estudiante jugar con los límites de placa, de modo que con el movimiento se formen volcanes, fallas, cordilleras, etc. Para que la utilización del recurso sea más completa, se ofrece una guía para profesores (Imagen 13) de modo que estos puedan conocer los objetivos de aprendizaje del recurso, así como el vocabulario que se va a utilizar y una visión de conjunto de las actividades que se proponen para los alumnos en otro documento (Imagen 14).


Explor^{Learning} Gizmos[®]

Teacher Guide: Plate Tectonics

 **Learning Objectives**
Students will...

- Name and identify four types of plate boundaries.
- Describe what occurs on each of these plate boundaries.
- Locate each type of plate boundary on a world map.

 **Vocabulary**
asthenosphere, collisional boundary, convergent boundary, crust, divergent boundary, earthquake, lithosphere, mantle, plate, plate tectonics, subduction zone, transform boundary, volcano

 **Lesson Overview**
The *Plate Tectonics Gizmo™* illustrates four types of plate boundaries: transform, collisional, subduction, and divergent. Students can watch an animation of plate movements at each boundary, and see where these boundaries are located on a world map.

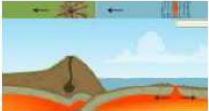


Plate boundaries

The Student Exploration sheet contains four activities:

- Activity A – Students describe and locate transform plate boundaries.
- Activity B – Students describe and locate collisional plate boundaries.
- Activity C – Students describe and locate subduction zones.
- Activity D – Students describe and locate divergent plate boundaries.

Imagen 13. Complementos para profesores que ofrece el Recurso Educativo 4.

Explor^{Learning} Gizmos[®]

Name: _____ Date: _____

Student Exploration: Plate Tectonics

Vocabulary: asthenosphere, collisional boundary, convergent boundary, crust, divergent boundary, earthquake, lithosphere, mantle, plate, plate tectonics, subduction zone, transform boundary, volcano


Prior Knowledge Questions (Do these BEFORE using the Gizmo.)

1. **Volcanoes** are openings in Earth's **crust** where lava, gas, and ash can erupt. Where are active volcanoes located? _____

2. An **earthquake** is a violent shaking of Earth's surface. Where are earthquakes common?

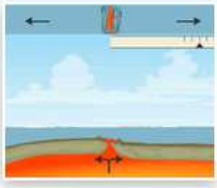
Imagen 14. Complementos para alumnos que ofrece el Recurso Educativo 4.

Además, se ofrecen una serie de preguntas interactivas a modo de test (Imagen 15) que los alumnos deberán ir contestando a medida que van jugando con el recurso educativo, de las que más tarde podrán obtener las respuestas y ver en que cuáles han fallado, de modo que así el profesor también puede conocer el progreso de los alumnos y en que contenidos presentan más dudas.

 ASSESSMENT QUESTIONS:

Teacher assessment results are not saved. As a teacher you may see the answers and explanations that a student would see without filling out the questions. [Show Answers and Explanations](#)

1. What kind of boundary is shown in the image below?



A. Subduction
 B. Divergent
 C. Collisional
 D. Transform

2. Which type of plate boundary would be most likely to lead to above-ground volcanic activity?

A. Subduction
 B. Divergent
 C. Collisional
 D. Transform

Imagen 15. Actividades que propone el Recurso Educativo 4.

En cuanto al nivel SAMR, estaríamos ante un nivel 2 (Aumento o *Augmentation*), ya que, las TIC proporcionan mejoras funcionales durante el aprendizaje, pero si no se utilizan, la actividad no sufre grandes cambios en su diseño y tampoco serían necesarios grandes cambios en la didáctica de las actividades, pero, al contrario de lo que ocurre en el nivel 1, el uso de las TIC es mucho más activa.

Aplicación propuesta y nivel SAMR: Para alcanzar niveles superiores del modelo SAMR, se podría utilizar este recurso educativo en conjunto con otras herramientas, como por ejemplo la web *Nearpod*, que permite a los docentes crear presentaciones más interactivas incluyendo en ellas preguntas, cuestionarios o actividades que el alumnado deberá resolver a medida que se sucede la presentación. De este modo el maestro tendrá una información directa y detallada del progreso de cada alumno. Para ello, el profesor podría incluir en su presentación el recurso educativo relativo a las placas

tectónicas y plantear las preguntas directamente para comprobar el conocimiento adquirido por los alumnos.

5. El tejido conectivo (FISCEL)

Las puntuaciones obtenidas para cada uno de los indicadores de calidad de los recursos en la matriz (Anexo V. Matrices de evaluación de recursos: “Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología”) han sido:

Calidad de contenidos	5
Adecuación a objetivos de aprendizaje	4
Cumplimiento de estándares de aprendizaje	4
Feedback y adaptabilidad	3
Motivación	4
Usabilidad	5
Accesibilidad	5
Reusabilidad	3
Diseño y presentación	5

Tipo: Vídeo

URL: <https://www.pbslearningmedia.org/resource/body-connective-tissue-video-crashcourse-1004/tissues-part-3-connective-tissues-crash-course-ap-4/?#.WwQbjJclG00>

Bloque de contenidos: Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología

Objetivos de aprendizaje: El objetivo de este recurso educativo es que los estudiantes analicen cómo la genética y los antecedentes familiares pueden afectar la salud personal y que conozcan la organización jerárquica de los organismos multicelulares. Además, deberán ser capaces de comprender que la división celular y la diferenciación producen y mantienen a los organismos complejos, compuestos de sistemas de tejidos y órganos que trabajan juntos para satisfacer las necesidades de todo el organismo.

Diseño técnico: El diseño y la presentación de este recurso educativo es, desde mi punto de vista de calidad ya que el usuario puede aprender de manera eficiente por la legibilidad del texto y, además, en los vídeos se incluye narración e incluso se les puede añadir subtítulos en otros idiomas (Imagen 16). Además, el tono de voz utilizado y la

gama de colores utilizados me parece muy adecuado y muy llamativo para los estudiantes. Las puntuaciones de usabilidad y accesibilidad también son muy positivas ya las instrucciones de uso son claras, de modo que la navegación por el objeto es fácil e intuitiva y, además, cómo ya he comentado, gracias a los subtítulos, este recurso puede ser utilizado por muchos alumnos discapacitados. En cuanto a la reusabilidad pienso que no es tan positiva ya que los contenidos no podrían adaptarse a nuevos escenarios de aprendizaje.

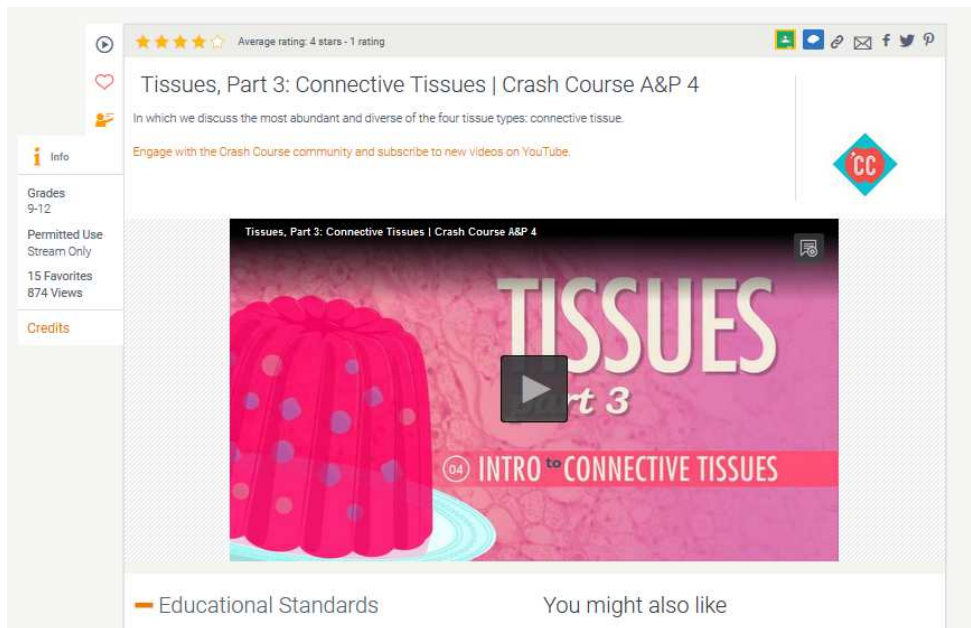


Imagen 16. Captura de pantalla del Recurso Educativo 5.

Sí nos centramos en el *feedback* y adaptabilidad de este recurso veremos que, como no se proponen actividades, el alumno no recibe mensajes instruccionales, simplemente tiene que visualizar el vídeo, lo que puede afectar al nivel de motivación del alumno, aunque, desde mi punto de vista, puede verse beneficiada por la calidad del vídeo, tanto por la voz y los colores como por los dibujos e imágenes utilizados.

Aplicación que ofrece y nivel SAMR: Este recurso no ofrece más que la visualización del video, sin contener preguntas ni material complementario. Por ello, si nos centramos en analizar el nivel SAMR, estaríamos ante un nivel 1 (Sustitución o *Substitution*) ya que, en este caso, las TIC son una mera herramienta sustituta directa, sin cambio funcional, de modo que, al utilizarla en el aula, los estudiantes realizaran las mismas actividades que podría realizar sin tecnología. Aunque no hay cambio funcional durante el aprendizaje,

el uso de este recurso podría causar una mayor disposición en los estudiantes hacia el aprendizaje y el desarrollo de habilidades.

Aplicación propuesta y nivel SAMR: Las actividades planteadas ofrecidas por este recurso, junto con el *Recurso Educativo 6*, estarían en el nivel más bajo del modelo SAMR (Sustitución o *Substitution*). Como estos dos recursos forman parte de una colección de videos relacionados con el funcionamiento de la célula, los alumnos podrían visualizarlos todos y tomar notas en la aplicación *Evernote* que tendrán anclada a su navegador. Esta aplicación les permitirá, además de tomar notas sobre los vídeos, clasificarlas y agregar etiquetas, de modo que pueden compartirlas con sus compañeros y crear notas de forma conjunta.

6. Partes de la célula (FISCEL)

Las puntuaciones obtenidas para cada uno de los indicadores de calidad de los recursos en la matriz (Anexo V. Matrices de evaluación de recursos: “Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología”) han sido:

Calidad de contenidos	5
Adecuación a objetivos de aprendizaje	4
Cumplimiento de estándares de aprendizaje	4
Feedback y adaptabilidad	3
Motivación	4
Usabilidad	5
Accesibilidad	5
Reusabilidad	3
Diseño y presentación	5

Tipo de recurso: Vídeo

URL: https://www.pbslearningmedia.org/resource/39ad5b1c-d00d-4702-9f19-c70dfd646f0e/cell-structure/#.WwQb_ZclG00

Bloque de contenidos: Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología

Objetivos de aprendizaje: El objetivo de este recurso educativo es que los alumnos sean conscientes del funcionamiento y utilidad de la membrana celular. Además, deberán ser capaces de distinguir las diferentes partes especializadas para el transporte de

materiales, captura y liberación de energía, construcción de proteínas, eliminación de desechos, información de paso e incluso movimiento. También trabajarán las diferencias entre las células en tejidos y órganos animales y vegetales, así como las funciones de extracción de energía de los alimentos y la eliminación de desechos y la función fundamental del agua en las células. Por último, conocerán que todas las células contienen información genética en forma de moléculas de ADN y que los genes son regiones en el ADN que contienen las instrucciones que codifican la formación de proteínas.

Diseño técnico: Las características de este recurso son prácticamente idénticas al *Recurso 5*, ya que ambos recursos son de tipo vídeo, aunque en este caso, la cantidad de material de apoyo es mucho mayor y se proponen diferentes lecturas externas para complementar la experiencia (Imagen 17).

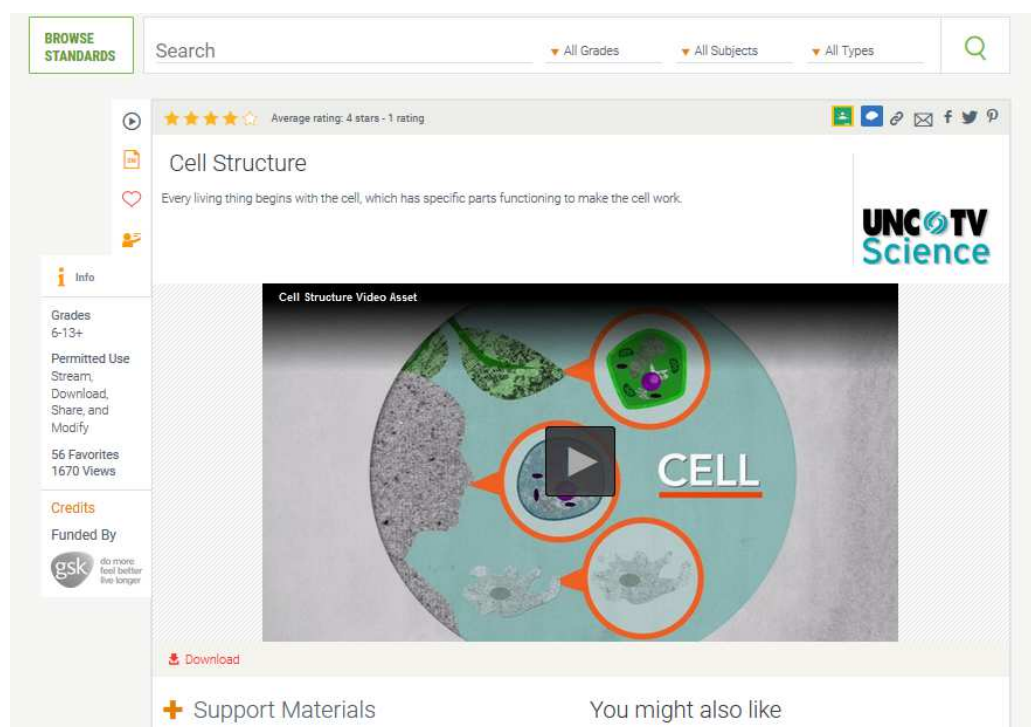


Imagen 17. Captura de pantalla del Recurso Educativo 6.

Aplicación que ofrece y nivel SAMR: El recurso ofrece la simple visualización del vídeo que, como ya he dicho, se le pueden añadir subtítulos en diferentes idiomas. Además, tiene diferentes materiales de apoyo que envían al profesorado a páginas externas al recurso y pueden ser útiles para complementar la experiencia del alumno. Por otro lado,

se añaden algunas preguntas de discusión, que para nada son interactivas y están diseñadas para ser trabajadas en el aula con la supervisión del profesor.

Las páginas de apoyo son las siguientes:

- <http://science.unctv.org/content/lessonplan/single-cell-organism>
- <http://science.unctv.org/content/micro-organs-lesson-plan>

En cuanto al nivel SAMR, del mismo modo que ocurre con el *Recurso 5*, estaríamos ante un nivel 1 (Sustitución o *Sustitution*) ya que, en este caso, las TIC son una mera herramienta sustituta directa, sin cambio funcional.

Aplicación propuesta y nivel SAMR: (*Ver Aplicación propuesta y nivel SAMR del Recurso Educativo 5*)

IV. CONCLUSIONES

De la totalidad de currículo de biología y geología (Navarra, 2015), hay determinados bloques en los que los alumnos muestran tener menor interés, pese a ser importantes dentro del currículo, o de los que no aprenden lo suficiente, ya sea porque son complejos o porque no se les dedica el tiempo suficiente. Otros bloques son percibidos como muy importantes, lo que exige hacer un esfuerzo para asegurarnos de que se aprenden de la mejor forma posible. Estos son los bloques en los que es necesaria una innovación educativa. De acuerdo con los resultados extraídos de las encuestas a profesores y alumnos (de los cuales se han considerado 84 alumnos, los de 4º de ESO), los bloques en los que es prioritaria la innovación serían los de: “Los procesos geológicos y petrogenéticos”, “Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra” y “Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología”.

Una posible forma de innovar es mediante la introducción de recursos tecnológicos en el aula ya que ofrecen grandes mejoras y, de hecho, tanto profesores como alumnos, se muestran confiados y positivos a la introducción de tecnología en el aula. Estas mejoras llegarán siempre y cuando las NNTT se utilicen de forma correcta y sin olvidarnos de que su utilización sirve como medio de apoyo para paliar diferentes dificultades pedagógicas o curriculares. Pero, no todo lo tecnológico es innovador ni necesariamente positivo, sino que se deben tener en cuenta los modelos de integración TPACK (Koehler & Mishra, 2009) y SAMR (Puentedura, n.d.-a), entre los que existe un paralelismo. El modelo TPACK nos indica que cuanto mayor sea el nivel, mejor uso estaremos haciendo de la tecnología para explicar algo del mejor modo, de forma que el aprendizaje será más positivo. El modelo SAMR, compuesto por los niveles (de menor a mayor) de Sustitución, Aumento, Modificación y Redefinición, trata de facilitar a los docentes la complicada tarea de cómo las TIC pueden transformar ambientes tradicionales de aprendizaje.

Del mismo modo ocurre con los recursos educativos digitales, existen gran cantidad de plataformas y tipos de recursos, pero no todos los que hay son igual de buenos ni van a tener necesariamente un efecto positivo en el aprendizaje. Por eso, con el fin de ayudar a docentes y futuros docentes, se han evaluado un listado de recursos educativos digitales para cada uno de los bloques que se han detectado como prioritarios en cuanto a innovación y, además, se han elaborado algunas ideas de aplicación de aquellos recursos mejor valorados. Para evaluar recursos educativos hay gran cantidad de propuestas, pero se ha utilizado la herramienta LORI (Otamendi et al., 2003), ya que las demás están centradas en aspectos más técnicos (Adzobu,

2014; Attwel, 2006; Cela et al., 2010). Del análisis de estos recursos, se desprende que, generalmente los aspectos técnicos se cuidan detalladamente y, además, los mejor valorados técnicamente coinciden con puntuaciones positivas en la aplicación pedagógica. En cuanto a la aplicación pedagógica, suelen ofrecer ideas de aplicación, pero la gran mayoría plantean actividades que se encuentran en los niveles más bajos del modelo SAMR (Sustitución o Aumento), por lo que necesitarían ser modificados o aplicados de otra forma para aumentar esos niveles y así estar ante recursos que podrían llegar hasta un nivel de Modificación o Redefinición dentro del modelo ya mencionado. Por último, en cuanto a la accesibilidad, en general, es positiva, aunque si que es verdad que algunos de los recursos analizados únicamente pueden ser visualizados en su totalidad por usuarios registrados.

Por todo ello, considero que, a la hora de buscar recursos educativos, es muy importante encontrar un equilibrio entre los aspectos técnicos y pedagógicos, ya que de nada sirve tener un fantástico recurso visual si no ofrece nada positivo para el aprendizaje, y tampoco que sea muy útil para el aprendizaje, pero tenga una interfaz compleja que haga tedioso su utilización. Desde mi punto de vista, la plataforma más visual y completa para la búsqueda de recursos es *Gizmos*, por la cantidad de recursos y opciones de aplicación que propone, pese a que requiere una suscripción para poder acceder a todos los complementos que ofrecen los recursos ya que, de no hacerlo, solamente se podrá trabajar con los recursos por un tiempo limitado. Otra de las plataformas con recursos digitales muy buenos es PBS LearningMedia ya que me parecen muy visuales y atractivo, pero no proponen ninguna aplicación y la gran mayoría no propone actividades ni material complementario, por lo que habría que pensar en todo ello antes de utilizarlas en el aula.

Durante la realización de este trabajo, se ha experimentado lo complicado que resulta la búsqueda, evaluación y adaptación de los recursos digitales que nos encontramos por la red, así como la dificultad que supone el tratar de aumentar el nivel SAMR de su aplicación en el aula. En el futuro, esta colección de recursos educativos digitales debería aplicarse en el aula e investigar el resultado para ver si son positivos para el aprendizaje.

V. REFERENCIAS

- Adzobu, N. (2014). Design, Use and Evaluation of E-Learning Platforms: Experiences and Perspectives of a Practitioner from the Developing World Studying in the Developed World. *Informatics, 1*(2), 147–159. <https://doi.org/10.3390/informatics1020147>
- Alfaro, P. (2014). Actividades didácticas con Google Earth Didactic activities with Google Earth, (March).
- Attwel, G. (2006). Evaluating e-learning A guide to the evaluation of e-learning No Title. *Evaluate Europe Handbook Series, 2*, 5–46. Retrieved from
- Becker, A., & Giesinger, H. (2017). RESUMEN INFORME HORIZON Edición 2017 Educación Primaria y Secundaria The NMC Horizon Report: 2017 K-12 Education Edition. Retrieved from <http://educalab.es/intef>
- Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science , technology , engineering , and mathematics (STEM) subjects on students ' learning : A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education, 12*(5), 23–38. <https://doi.org/10.1037/a0019454>
- Cabello, J. L. (2015). Fases en la integración de la tecnología en educación | Blog de INTEF (Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado). Retrieved May 4, 2018, from <http://blog.educalab.es/intef/2015/02/19/fases-en-la-integracion-de-la-tecnologia-en-educacion/>
- Cela, K., Fuertes, W., Alonso, C., & Sánchez, F. (2010). EVALUACIÓN DE HERRAMIENTAS WEB 2.0, ESTILOS DE APRENDIZAJE Y SU APLICACIÓN EN EL ÁMBITO EDUCATIVO. *Review of Learning Styles, 5*(5). Retrieved from http://www2.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/numero_5/articulos/lsr_5_articulo_8.pdf
- Educación, G. de N. D. de. (2016). Avance resultados PISA 2015. Retrieved from https://www.educacion.navarra.es/documents/27590/924661/Primeros_datos_Navarra_PISA_2015.pdf/17cbbb3a-90cd-4d62-a667-5d180f5bd712
- Espeso, P. (2016). BYOD, trae tu propio dispositivo: el modelo que quiere revolucionar la educación. Retrieved May 4, 2018, from <https://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/byod-bring-your-own-device-educacion/32857.html>
- Future Classroom Scenarios - EUN Academy. (2014). Retrieved May 2, 2018, from <http://www.europeanschoolnetacademy.eu/web/future-classroom-scenarios>
- INTEF. (2017). Marco Común de Competencia Digital Docente.
- Juana M. Sancho Gil et al. (2015). The formation of teachers in Educational Technology: how realities generate myths. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 1*, 1–16. <https://doi.org/10.17398/1695>

- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.07.009>
- Krumsvik, R. J. (2011). Digital competence in Norwegian teacher education and schools, 1(1), 39–51.
- Liu, B., Salvendy, G., & Kuczek, T. (1999). The Role of Visualization in Understanding Abstract Concepts. *International Journal of Cognitive Ergonomics*, 3(4), 289–305. https://doi.org/10.1207/s15327566ijce0304_2
- Marco de Referencia Europeo, U. (2006). COMPETENCIAS CLAVE PARA EL APRENDIZAJE PERMANENTE. Retrieved from <https://www.mecd.gob.es/dctm/ministerio/educacion/mecu/movilidad-europa/competenciasclave.pdf?documentId=0901e72b80685fb1>
- MECD. (2018). Olimpiada Española de Biología. Retrieved May 10, 2018, from <http://olimpiadadebiologia.edu.es/>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Navarra, G. de. (2015). Currículo LOMCE ESO Navarra.
- Oliva, J. M. (2011). Dificultades para la implicación del profesorado de educación secundaria en la lectura, innovación e investigación en didáctica de las ciencias (I): el problema de la inmersión. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 8(1), 41–53.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2015). PISA 2015. Resultados Clave. Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf>
- Otamendi, A., Belfer, K., Nesbit, J., Leacock, T., & Álvarez, J. (2003). Instrumento para la evaluación de objetos de aprendizaje (LORI _ ESP) Manual de usuario. *Spanish Version of the Learning Object Review Instrument (LORI-ESP) Version 1.0*, 1–12. Retrieved from <https://www.unizar.es/CBSantander/images/2010/OER/Instrumento para la evaluacion de objetos de aprendizaje-LORI.pdf>
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. *From On the Horizon*, 9(5). Retrieved from <http://www.marcprensky.com/writing/Prensky - Digital Natives, Digital Immigrants - Part1.pdf>
- Puentedura, R. R. (n.d.-a). SAMR: A Contextualized Introduction. Retrieved from <http://hippasus.com/rrpweblog/archives/2014/01/15/SAMRABriefContextualizedIntroduction.pdf>

Puenteadura, R. R. (n.d.-b). The SAMR Model: Background and Exemplars. Retrieved from http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2012/08/23/SAMR_BackgroundExemplars.pdf

Puenteadura, R. R., & Ph, D. (n.d.). SAMR and TPACK in Action The Underlying Metaphor.

Van Wetering, M. W. (2017). Technology compass for education. How smart ICT prepares our students for the future. *Kennisnet Trend Report 2016-2017*. Retrieved from https://www.kennisnet.nl/fileadmin/kennisnet/corporate/algemeen/Kennisnet_Trendreport_2016_2017.pdf

Van Wetering, M. W. (2017). Resumen informe de tendencias TIC Kennisnet. Cómo las TIC preparan a los estudiantes para el futuro. *Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación Del Profesorado (INTEF)*. Retrieved from <http://educalab.es/intef>

VI. ANEXOS

Anexo I. Encuesta profesorado

I. PREGUNTAS GENERALES Y PERSONALES		
Sexo	Hombre	
	Mujer	
Edad	Menor de 30	
	30-40	
	40-50	
	Mayor de 50	
Titulación de origen	Licenciatura o Grado en Biología	Licenciatura o Grado en Tecnología de Alimentos
	Licenciatura o Grado en Geología	Licenciatura o Grado en Nutrición Humana y Dietética
	Licenciatura o Grado en Ciencias Ambientales	Licenciatura o Grado en Farmacia
	Licenciatura o Grado en Bioquímica	Licenciatura o Grado en Ciencias del Mar
	Licenciatura o Grado en Biotecnología y Biología Molecular	Licenciatura o Grado en Medicina
	Licenciatura o Grado en Veterinaria	Licenciatura o Grado en Enfermería
	Ingeniería Agronómica o Grado equivalente	Otra
Años ejerciendo la docencia	Menos de 5	
	De 5 a 10	
	De 10 a 20	
	Más de 20	
¿En qué cursos impartes Biología y Geología?	4º ESO	
	1º Bachillerato	
	2º Bachillerato	

<p>De los siguientes contenidos de Biología y Geología, ¿cuáles consideras que tienes más facilidad para impartir? [Selecciona máximo 3 contenidos]</p>	La evolución de la vida, su base molecular y fisicoquímica
	Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra
	Ecología, medio ambiente y biodiversidad
	Composición y función de los seres vivos
	Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología
	Las plantas, sus funciones y adaptaciones al medio
	Los animales, sus funciones y adaptaciones al medio
	Los procesos geológicos y petrogenéticos
	Genética y evolución
	Microorganismos y biotecnología
	Inmunología
<p>De los siguientes contenidos de Biología y Geología, ¿cuáles consideras que tienes más dificultad para impartir? [Selecciona máximo 3 contenidos]</p>	La evolución de la vida, su base molecular y fisicoquímica
	Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra
	Ecología, medio ambiente y biodiversidad
	Composición y función de los seres vivos
	Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología
	Las plantas, sus funciones y adaptaciones al medio
	Los animales, sus funciones y adaptaciones al medio
	Los procesos geológicos y petrogenéticos
	Genética y evolución
	Microorganismos y biotecnología
	Inmunología

II. CON RESPECTO A LOS ALUMNOS...	
<p>Valora del 1 al 5 cómo de preparados crees que finalizan la Educación Secundaria los alumnos con respecto a los siguientes contenidos (siendo 1 poco preparados y 5 muy preparados)</p>	La evolución de la vida, su base molecular y fisicoquímica
	Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra
	Ecología, medio ambiente y biodiversidad
	Composición y función de los seres vivos
	Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología
	Las plantas, sus funciones y adaptaciones al medio
	Los animales, sus funciones y adaptaciones al medio
	Los procesos geológicos y petrogenéticos
	Genética y evolución
	Microorganismos y biotecnología
	Inmunología
<p>Ordena del 1 al 11 en función de aquello que consideras más importante que los alumnos conozcan de la asignatura de Biología y Geología (siendo 1 poco importante y 11 muy importante)</p>	La evolución de la vida, su base molecular y fisicoquímica
	Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra
	Ecología, medio ambiente y biodiversidad
	Composición y función de los seres vivos
	Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología
	Las plantas, sus funciones y adaptaciones al medio
	Los animales, sus funciones y adaptaciones al medio
	Los procesos geológicos y petrogenéticos
	Genética y evolución
	Microorganismos y biotecnología
	Inmunología

Ordena del 1 al 11 en función de la dificultad que crees que tienen los alumnos en la asignatura de Biología y Geología (siendo 1 poca dificultad y 11 mucha dificultad)	La evolución de la vida, su base molecular y fisicoquímica
	Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra
	Ecología, medio ambiente y biodiversidad
	Composición y función de los seres vivos
	Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología
	Las plantas, sus funciones y adaptaciones al medio
	Los animales, sus funciones y adaptaciones al medio
	Los procesos geológicos y petrogenéticos
	Genética y evolución
	Microorganismos y biotecnología
	Inmunología
¿Cómo crees que pueden solucionarse estas dificultades?	

III. CON RESPECTO A LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL AULA...

Podemos considerar Nuevas Tecnologías la utilización de pantallas táctiles, impresoras 3D, tablets, ordenadores, etc., tanto dentro del aula como para organizar el trabajo para casa (Edmodo, página web del colegio...). También son Nuevas Tecnologías las plataformas para trabajar de modo colaborativo o compartir recursos (*Google Drive*), y podemos incluir también programas para ver los contenidos más visualmente (*Google Earth, Zygote Body...*), para hacer la clase más dinámica y promover la participación de todos (*Padlet, Socrative, Kahoot...*), para resolver problemas o hacer prácticas en el ordenador... entre otras muchas.

Valora del 1 al 4 las siguientes afirmaciones en función de tu opinión al respecto

Creo que se utilizan...	Poco	1	2	3	4	Mucho
Creo que son...	Poco útiles	1	2	3	4	Muy útiles
En el centro hay...	Pocos medios	1	2	3	4	Muchos medios
Creo que los profesores en general tienen...	Poco conocimiento	1	2	3	4	Mucho conocimiento
Creo que los alumnos en general tienen...	Poco conocimiento	1	2	3	4	Mucho conocimiento

Anexo II. Encuesta alumnado

I. PREGUNTAS GENERALES Y PERSONALES	
Sexo	Hombre
	Mujer
¿En qué curso estás?	4º ESO
	1º Bachillerato
	2º Bachillerato
De las siguientes áreas para agrupar las carreras universitarias, ¿cuál te llama más la atención para estudiar en el futuro?	Artes y humanidades (periodismo, comunicación audiovisual, filología, filosofía, historia, etc.)
	Ciencias (biología, geología, ciencias ambientales, física, química, etc.)
	Ciencias de la salud (medicina, enfermería, fisioterapia, psicología, etc.)
	Ciencias sociales y jurídicas (ciencias políticas, derecho, audiovisuales, comercio y marketing, criminología, magisterio, economía, etc.)
	Ingeniería y arquitectura
De los siguientes contenidos, en el instituto he aprendido más sobre... [Selecciona máximo 3]	La evolución de la vida, su base molecular y fisicoquímica
	Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra
	Ecología, medio ambiente y biodiversidad
	Composición y función de los seres vivos
	Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología
	Las plantas, sus funciones y adaptaciones al medio
	Los animales, sus funciones y adaptaciones al medio
	Los procesos geológicos y petrogenéticos
	Genética y evolución
	Microorganismos y biotecnología
Inmunología	

<p>De cara a la vida cotidiana y a la utilidad en el futuro, selecciona un máximo de 3 de los siguientes contenidos que te parecen más importantes</p>	La evolución de la vida, su base molecular y fisicoquímica
	Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra
	Ecología, medio ambiente y biodiversidad
	Composición y función de los seres vivos
	Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología
	Las plantas, sus funciones y adaptaciones al medio
	Los animales, sus funciones y adaptaciones al medio
	Los procesos geológicos y petrogenéticos
	Genética y evolución
	Microorganismos y biotecnología
	Inmunología
<p>De los siguientes contenidos, ¿cuáles te resultan más fáciles?</p>	La evolución de la vida, su base molecular y fisicoquímica
	Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra
	Ecología, medio ambiente y biodiversidad
	Composición y función de los seres vivos
	Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología
	Las plantas, sus funciones y adaptaciones al medio
	Los animales, sus funciones y adaptaciones al medio
	Los procesos geológicos y petrogenéticos
	Genética y evolución
	Microorganismos y biotecnología
	Inmunología
<p>¿Y más difíciles?</p>	La evolución de la vida, su base molecular y fisicoquímica
	Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra
	Ecología, medio ambiente y biodiversidad
	Composición y función de los seres vivos
	Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología
	Las plantas, sus funciones y adaptaciones al medio
	Los animales, sus funciones y adaptaciones al medio
	Los procesos geológicos y petrogenéticos
	Genética y evolución
	Microorganismos y biotecnología
	Inmunología

Valora del 1 al 5 el interés que tienes hacia los siguientes contenidos (siendo 1 poco interés y 5 mucho interés)	La evolución de la vida, su base molecular y fisicoquímica
	Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra
	Ecología, medio ambiente y biodiversidad
	Composición y función de los seres vivos
	Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología
	Las plantas, sus funciones y adaptaciones al medio
	Los animales, sus funciones y adaptaciones al medio
	Los procesos geológicos y petrogenéticos
	Genética y evolución
	Microorganismos y biotecnología
	Inmunología
Justifica el porqué de ese nivel de interés que has seleccionado en la pregunta anterior	

II. CON RESPECTO A LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL AULA...

Podemos considerar Nuevas Tecnologías la utilización de pantallas táctiles, impresoras 3D, tablets, ordenadores, etc., tanto dentro del aula como para organizar el trabajo para casa (Edmodo, página web del colegio...). También son Nuevas Tecnologías las plataformas para trabajar de modo colaborativo o compartir recursos (*Google Drive*), y podemos incluir también programas para ver los contenidos más visualmente (*Google Earth, Zygote Body...*), para hacer la clase más dinámica y promover la participación de todos (*Padlet, Socrative, Kahoot...*), para resolver problemas o hacer prácticas en el ordenador... entre otras muchas.

Valora del 1 al 4 las siguientes afirmaciones en función de tu opinión

Creo que en el colegio se utilizan...	Poco	1	2	3	4	Mucho
A mí me son...	Poco útiles	1	2	3	4	Muy útiles
En el colegio hay...	Poca tecnología	1	2	3	4	Mucha tecnología
Creo que los profesores en general...	No saben usarlas muy bien	1	2	3	4	Si saben usarlas muy bien
Creo que yo...	No se usarlas muy bien	1	2	3	4	Si se usarlas muy bien

Contesta a las siguientes preguntas de SI o NO			
	SI	NO	NS/NC
La utilización de la tecnología en el aula te sirve para comprender mejor algunos temas			
Sueles ampliar los contenidos de clase buscando información por tu cuenta			
Habitualmente haces trabajos en forma de texto o video en tu ordenador			
Prefiero realizar los trabajos y las actividades a ordenador en vez de a mano			
Habitualmente redactas y envías correos electrónicos			
Sabes editar imágenes con tu ordenador			
Conoces y utilizas diferentes herramientas para presentar tus trabajos (PowerPoint, Prezi...)			
Buscas en internet las dudas que te surgen en clase			

Anexo III. Matrices de evaluación de recursos: “Los procesos geológicos y petrogenéticos”

Recurso	URL	Tipo	Calidad de contenidos	Adecuación a objetivos de aprendizaje	Cumplimiento de estándares de aprendizaje	Feedback y adaptabilidad	Motivación	Usabilidad	Accesibilidad	Reusabilidad	Diseño y presentación
Explorar cómo el agua se mueve a través de rocas y sedimentos	http://lab.concord.org/interactives.html#interactives/water/water-2.json	Simulación	4	3	2	3	5	5	5	4	4
Estudio de un corte geológico	http://cienciasnaturales.es/CORTEGEOLOGICO.swf	Animación	5	3	4	2	3	5	5	3	5
Construcción de cortes geológicos	https://ocw.innova.uned.es/cartografia/cortes_geologicos/cog_01.htm	Mapa	3	4	2	2	2	5	5	4	5
Formación de meandros	https://www.edumedia-sciences.com/en/media/64-meander-formation	Animación	2	3	3	1	1	5	2	4	3
Pliegues y erosión	https://www.edumedia-sciences.com/en/media/664-folds-and-erosion	Animación	2	3	3	1	1	5	2	4	3

Recurso	URL	Tipo	Calidad de contenidos	Adecuación a objetivos de aprendizaje	Cumplimiento de estándares de aprendizaje	Feedback y adaptabilidad	Motivación	Usabilidad	Accesibilidad	Reusabilidad	Diseño y presentación
Tipos de bordes	http://procomun.educalab.es/es/ode/view/1482288066982	Animación	3	3	2	1	2	5	5	4	5
Diferentes tipos de pliegues	https://www.edumedia-sciences.com/en/media/638-different-types-of-faults	Animación	2	3	3	1	1	5	2	4	3
Visualizador terremotos España	http://www.ign.es/web/recursos/sismologia/tproximos/prox.html	Mapa interactivo	4	3	3	2	4	5	3	5	5
Tipos de Ondas Sísmicas	https://www.edumedia-sciences.com/en/media/188-seismic-waves	Animación	3	3	3	1	1	5	2	4	3

Anexo IV. Matrices de evaluación de recursos: “Historia, estructura, composición y dinámica de la tierra”

Recurso	URL	Tipo	Calidad de contenidos	Adecuación a objetivos de aprendizaje	Cumplimiento de estándares de aprendizaje	Feedback y adaptabilidad	Motivación	Usabilidad	Accesibilidad	Reusabilidad	Diseño y presentación
Identificación de minerales	https://www.explorelearning.com/index.cfm?method=cResource.dspView&ResourceID=640	Ejercicios	1	2	2	3	3	5	1	3	3
Tiempo geológico	https://www.edumedia-sciences.com/en/media/910-geological-clock	Animación	3	4	4	2	2	4	2	2	4
Datación	https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/radioactive-dating-game	Simulación	3	3	3	3	4	3	3	4	5
Composición del interior de la tierra	https://www.edumedia-sciences.com/en/media/455-quiz-earths-interior	Juego	2	2	3	2	1	5	2	3	5

Recurso	URL	Tipo	Calidad de contenidos	Adecuación a objetivos de aprendizaje	Cumplimiento de estándares de aprendizaje	Feedback y adaptabilidad	Motivación	Usabilidad	Accesibilidad	Reusabilidad	Diseño y presentación
Construcción Pangea	https://www.explorelearning.com/index.cfm?method=cResource.dspView&ResourceID=633	Mapa interactivo	4	4	4	4	3	5	2	3	4
Verano e invierno	https://www.explorelearning.com/index.cfm?method=cResource.dspView&ResourceID=656	Animación	4	3	3	5	3	5	5	3	4
Placas litosféricas	https://www.edumedia-sciences.com/en/media/585-lithospheric-plates	Mapa interactivo	3	4	4	2	2	4	3	4	3
Placas tectónicas	https://www.explorelearning.com/index.cfm?method=cResource.dspView&ResourceID=446	Animación	3	4	4	4	5	5	4	3	5

Anexo V. Matrices de evaluación de recursos: “Organización, morfología, estructura y fisiología celular e histología”

Recurso	URL	Tipo	Calidad de contenidos	Adecuación a objetivos de aprendizaje	Cumplimiento de estándares de aprendizaje	Feedback y adaptabilidad	Motivación	Usabilidad	Accesibilidad	Reusabilidad	Diseño y presentación
Tejido conectivo	https://www.pbslearningmedia.org/resource/body-connective-tissue-video-crashcourse-1004/tissues-part-3-connective-tissues-crash-course-ap-4/?#.WwQbjclG00	Vídeo	5	4	4	3	4	5	5	3	5
Partes de la célula	https://www.pbslearningmedia.org/resource/39ad5b1c-d00d-4702-9f19-c70dfd646f0e/cell-structure/#.WwQb_ZclG00	Video	5	4	4	3	4	5	5	3	5
Canales de membrana	https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/membrane-channels	Simulación	3	3	3	3	4	3	3	4	5

Recurso	URL	Tipo	Calidad de contenidos	Adecuación a objetivos de aprendizaje	Cumplimiento de estándares de aprendizaje	Feedback y adaptabilidad	Motivación	Usabilidad	Accesibilidad	Reusabilidad	Diseño y presentación
Membrana celular	https://www.pbslearningmedia.org/asset/tdc02_int_membrane_web/	Simulación	4	4	3	3	3	5	5	5	5
Membrana celular	http://www.oercommons.org/courses/construction-of-the-cell-membrane/view	Vídeo	4	4	4	2	2	5	4	3	5
Osmosis	https://www.explorelarning.com/index.cfm?method=cResource.dspView&ResourceID=418	Animación	3	4	4	3	5	5	4	3	5
Interior de la célula	http://learn.genetics.utah.edu/content/cells/insideacell/	Animación	3	3	2	2	2	5	5	2	4
Escala celular	http://learn.genetics.utah.edu/content/cells/scale/	Animación	4	4	4	3	3	5	5	4	5