



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

## **Trabajo Fin de Máster**

Los Laboratorios Virtuales como recurso TAC en la Secundaria Obligatoria. Análisis y propuesta de aplicación de *Phet interactive simulations* en un aula de 4º de ESO

**Presentado por:** Manuel Jesús Reyes Macías  
**Línea de investigación:** Breve investigación sobre aspectos concretos de la especialidad  
**Director/a:** Virginia Pascual López  
**Ciudad:** Jerez de la Frontera, Cádiz  
**Fecha:** 13 de Mayo de 2014

## RESUMEN

La sociedad actual está caracterizada por el creciente desarrollo que las nuevas tecnologías están experimentando en numerosos ámbitos de la sociedad. Este aspecto pone de manifiesto la necesidad de adaptar los procesos de Enseñanza-Aprendizaje a esta nueva realidad, mediante la incorporación de los recursos TIC en el aula. La aplicación de estos nuevos medios no debe ser un simple cambio de recursos didácticos sino que su aplicación en el aula debe permitir la transformación de información en conocimiento.

El presente Trabajo Fin de Máster tiene como propósito el estudio y análisis del recurso didáctico TIC Laboratorio Virtual *Phet interactive simulation* y su posible aplicación en un aula de 4º de Secundaria.

El estudio parte de una revisión bibliográfica y webgráfica con la que aportar los aspectos más destacados que otros autores han analizado y continua con un trabajo de campo en el que se recoge la opinión de profesores y alumnos pertenecientes a un centro concertado acerca del recurso TIC propuesto.

Los resultados del estudio de la muestra discreta ponen de manifiesto que la realidad tecnológica en la que conviven los adolescentes en su vida cotidiana no está reflejada en las aulas, donde los profesores llevan a cabo una metodología didáctica basada en recursos tradicionales. Estos recursos tecnológicos usados con una finalidad educativa concreta han demostrado ser una muy buena herramienta de trabajo, tanto de profesores como de alumnos. El trabajo incluye una propuesta práctica basada en la elaboración de un catálogo de Laboratorios virtuales adaptados a cada uno de los cursos de la etapa de Secundaria Obligatoria así como un cuestionario que permita a los profesores su evaluación.

**Palabras clave:** Laboratorios virtuales, TIC en Biología y Geología, prácticas en Ciencias de la naturaleza, TIC en Secundaria y TAC.

## ABSTRAC

Modern society is characterized by the increasing development of new technologies that are experienced in many areas of society. This aspect highlights the need to adapt the Teaching-Learning processes to this new reality, through the incorporation of ICT resources in the classroom. The application of these new media should not be a simple change of educational resources but their application in the classroom should enable the transformation of information into knowledge.

This Master's Thesis is tend to study and analyze the ICT teaching resource *Phet Virtual Lab* interactive simulation and their possible application in a classroom of High 4<sup>th</sup>.

The study starts with a literature review to contribute to the highlights that others authors have used and continue with a study in which the opinion of teachers and students from a private center for ICT resource include proposed.

The results of the study of the discrete sample show that technological reality in which adolescents live their daily life is not reflected in classrooms where teachers hold a teaching method based on traditional resources. These technological resources used with a specific educational purpose have proved to be a very good tool, not only for teachers but also for students. The work includes a practical proposal based on the development of a catalog of virtual laboratories tailored to each one of the courses in the High School as well as a questionnaire to teacher evaluation.

**Keywords:** Virtual Labs, ICT in Biology and Geology, practices in Natural Sciences, and ICT in Secondary TLK.

## INDICE DE CONTENIDOS

1.- INTRODUCCIÓN.....	6
1.1.- Justificación del trabajo y título.....	6
2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
2.1.- Objetivos.....	8
2.2.- Breve fundamentación de la metodología.....	9
2.3.- Breve justificación de la bibliografía utilizada.....	10
3.- DESARROLLO.....	12
3.1.- Revisión bibliográfica y fundamentación teórica.....	12
3.1.1.- La Enseñanza de las Ciencias y las prácticas de laboratorio.....	12
3.1.2.- Los trabajos prácticos en la enseñanza de Biología y Geología.....	13
3.1.3.- El uso de las TIC en Secundaria y su repercusión en los trabajos prácticos de Biología y Geología.....	15
3.1.3.1.- Conceptos y características.....	15
3.1.3.2.- Las TIC en el sistema educativo actual. Marco legal.....	16
3.1.3.3.- Ventajas del uso de las TIC en las aulas de Secundaria.....	17
3.1.3.4.- El avance necesario, de las TIC a las TAC.....	18
3.1.3.5.- Las TAC en las enseñanzas de Biología y Geología.....	19
3.1.4.- Análisis de los Laboratorios virtuales.....	20
3.1.5.- Características de <i>Phet interactive simulations</i> .....	22
3.2.- Materiales y Método.....	24
3.2.1.- Muestra de estudio.....	25
3.2.2.- Entrevista a profesores.....	25
3.2.3.- Cuestionario a profesores.....	26
3.2.4.- Cuestionario a alumnos.....	26
3.2.5.- Intervención en clase con alumnos y profesores.....	27
3.2.6.- Tratamiento de datos.....	28
4.- RESULTADOS .....	30
4.1.- Entrevista a profesores.....	30
4.2.- Cuestionario a profesores.....	30
4.3.- Cuestionario realizado a los alumnos.....	33
5.- DISCUSIÓN.....	35
6.- PROPUESTA PRÁCTICA.....	37

7.- CONCLUSIONES.....	40
8.- LIMITACIONES DEL TRABAJO.....	41
9.- LINEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURA.....	42
10.- BIBLIOGRAFÍA.....	43
10.1.- Referencias bibliográficas.....	43
10.2.- Bibliografía complementaria.....	46
11.- ANEXOS.....	51
11.1.- Anexo nº 1. Entrevista a profesores.....	51
11.2.- Anexo nº 2. Cuestionario a profesores.....	53
11.3.- Anexo nº 3. Entrevista a alumnos.....	55
11.4.- Anexo nº 4. Cuestionario para evaluar la calidad de un Laboratorio virtual en la ESO.....	57

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA nº 1. Importancia de los trabajos prácticos en las clases de ciencias (Seré, 2002).....	14
FIGURA nº 2. Portada de la web <i>Phet interactive simulations</i> .....	23
FIGURA nº 3. Simulaciones virtuales de Biología.....	24
FIGURA nº 4. Ventana principal correspondiente a Tectónica de Placas.....	28

## INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO nº 1. Representación del dominio de las TIC.....	31
GRÁFICO nº 2. Usabilidad de los recursos disponibles.....	31
GRÁFICO nº 3. Contribución de las TIC al proceso de Enseñanza.....	32
GRÁFICO nº 4. Comprensión de la materia con el uso de <i>Phet</i> .....	33

## 1.- INTRODUCCIÓN

### 1.1.- Justificación del trabajo y título.

Las materias de ciencias en general y, las de Ciencias de la Naturaleza en particular, son disciplinas que no deben permanecer exclusivamente en el plano teórico. La didáctica de las ciencias, que expone al alumno ante una gran cantidad de conceptos y terminología específica, implica que vaya asociada a la realidad práctica que la respalda.

Son muchos los motivos por los que estas sesiones prácticas no se llevan a cabo en el aula, ya sea por una excesiva atención a los contenidos teóricos, por una enseñanza basada en la transmisión de conocimientos ya elaborados o por la falta de medios necesarios para llevarlos a cabo.

En base a este último factor limitante, las herramientas basadas en la Tecnología de la Información y la Comunicación (en adelante TIC), pueden aportar al equipo docente la posibilidad de llevar a cabo sesiones prácticas dentro del aula, sin necesidad de visitar el laboratorio físico del centro. Una de estas herramientas TIC son los *Laboratorios Virtuales*, los cuales no sólo aportan nuevos enfoques para trabajar los contenidos de esta materia sino que además solventan la escasez, en ocasiones, de recursos físicos disponibles en los centros.

Los recursos tecnológicos son usados por la sociedad en general y por los adolescentes en particular en su vida cotidiana y es por ellos que los centros educativos no deben quedar al margen de esta realidad. Son muchas las ventajas que el uso de las TIC aporta a los alumnos de Secundaria en el proceso de enseñanza-aprendizaje, entre las que destacan el aprendizaje cooperativo, un alto grado de interdisciplinariedad así como la adquisición de la competencia basada en la alfabetización tecnológica, digital y audiovisual (Morcillo, 2006).

Los *Laboratorios Virtuales* ofrecen al profesor un alto grado de interdisciplinariedad, mayor iniciativa y creatividad en sus clases y un mayor aprovechamiento de los recursos disponibles. No se debe olvidar la importancia de la interactividad que este recurso aporta al proceso colaborativo de intereducación (Fernández, 2007).

En este Trabajo Fin de Máster se muestran los *Laboratorios Virtuales* disponibles en internet, se describe el simulador *Phet interactive simulations* y se analiza sus

características más destacables como recurso digital en un aula de 4º de ESO. Estos recursos tecnológicos permiten a profesores y alumnos la posibilidad de realizar experiencias y trabajos prácticos en aquellas situaciones en las que no se disponga de laboratorio físico. Representan, además, una oportunidad para el profesor de estimular al alumno con esta tecnología con la que los adolescentes están habituados a convivir fuera del aula.

## 2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La enseñanza de la Biología y la Geología en la etapa de Secundaria suele tratarse muy frecuentemente desde un punto de vista exclusivamente teórico, y en determinadas ocasiones las prácticas de laboratorio no adquieren una relevante importancia e interés para los equipos docentes, bien sea por falta de recursos o por falta de tiempo en su preparación, entre otras razones.

Una metodología basada, únicamente, en un sistema de transmisión de información del profesor a sus alumnos, donde se empleen como únicos recursos la pizarra convencional, la toma de apuntes y un manual de referencia son, en la actualidad, insuficientes para conseguir una participación activa y dinámica con los alumnos, habituados, como se ha comentado, a una realidad tecnológica. Este tipo de metodología no permite la consecución de objetivos de carácter procedimental característicos de las ciencias experimentales, como pueden ser los relacionados con el manejo del instrumental propio de un laboratorio.

En la actualidad un aprendizaje significativo requiere de una enseñanza práctica que permita al alumno una visión real y experimental de las ciencias naturales. Las TIC, en este sentido, ofrecen la posibilidad educativa de poner en contacto al alumno con esa necesaria realidad, a través, por ejemplo, de los *Laboratorios Virtuales*.

### 2.1.- Objetivos

El objetivo central del presente Trabajo Fin de Máster es analizar la herramienta TIC denominada *Laboratorios Virtuales* y valorar la conveniencia de su uso en el proceso de enseñanza-aprendizaje en un aula de 4º de ESO, en la asignatura de Biología y Geología. A partir de aquí se describen como objetivos específicos los que se citan a continuación:

- ✓ Analizar las características más importantes del recurso didáctico *Laboratorios Virtuales* y destacar las ventajas e inconvenientes que aporta su uso en un aula.
- ✓ Desarrollar una intervención didáctica para un aula de 4º de ESO con la aplicación virtual *Phet interactive simulations* de la University of Colorado. Dicha propuesta se utilizará en una intervención en clase con los alumnos de 4º de Secundaria.



- ✓ Evaluar el grado de satisfacción sobre una muestra discreta, correspondiente a un aula de 4º de ESO y profesores el Departamento de Ciencias naturales, de un centro concertado, tras la utilización del recurso didáctico *Phet*.
- ✓ Elaborar un listado de *Laboratorios Virtuales* para cada curso de la ESO y establecer una propuesta de evaluación sobre la idoneidad de los mismos.

## 2.2.- Breve fundamentación de la metodología

La metodología que se ha llevado a cabo para la elaboración del presente trabajo de investigación se compone de:

I.- Una revisión bibliográfica y webgráfica que permita recabar información para analizar el papel de los recursos TIC disponibles en internet para la asignatura de Biología y Geología en general, y sobre los *Laboratorios Virtuales* en particular.

II.- Un trabajo de campo llevado a cabo sobre una muestra discreta correspondiente a los profesores del Departamento de Ciencias naturales y alumnos de 4º de la ESO de un centro concertado, en la provincia de Sevilla.

Este trabajo ha consistido en la elaboración de una intervención didáctica que ha sido empleada en clase con los alumnos, los cuales, una vez finalizada la han valorado.

III.- Elaboración de un listado de *Laboratorios Virtuales* que pueda ser utilizado por los alumnos de los diferentes cursos de la ESO, así como la redacción de cuestionarios que permitan a los profesores de departamentos de Ciencias naturales poder evaluar dichos recursos.

Para la consecución del objetivo específico primero se realizará un cuestionario dirigido a profesores de las materias propias de las Ciencias de la naturaleza, con la finalidad de analizar las características más relevantes del recurso TIC *Laboratorios Virtuales*. Para la consecución del objetivo específico número dos se va a llevar a cabo una revisión webgráfica que permita recopilar la información más relevante acerca del recurso propuesto, para posteriormente llevar a cabo una intervención didáctica en el aula con los alumnos de Secundaria. Por otro lado, para la consecución del tercer objetivo se van a elaborar unos cuestionarios y entrevistas personales destinados a profesores y alumnos que permitan evaluar el grado de satisfacción acerca del recurso digital *Phet*. Por último, para el objetivo número cuatro, correspondiente a la elaboración de un listado de *Laboratorios Virtuales* para cada curso de ESO se va a llevar a cabo una revisión webgráfica que será complementada con la redacción de un modelo de cuestionario que permita su evaluación.

El trabajo llevado a cabo con la muestra se ha realizado siguiendo los siguientes principios deontológicos (Buendía y Berrocal, 2001).

- Las personas objeto de la muestra han concedido licencia y consentimiento para ello y han mostrado en todo momento una actitud favorable y constructiva.
- En todo momento se les ha informado del objeto de la investigación y del tratamiento de los datos obtenidos.
- Dichos datos serán utilizados para los fines descritos y no para otros ajenos al estudio de investigación
- En todo momento se ha mantenido la confidencialidad de los datos facilitados por la muestra de estudio.

### 2.3.- Breve Justificación de la bibliografía utilizada

Para la preparación y desarrollo de este texto se han revisado diferentes fuentes de información. Dado que el tema central del mismo hace referencia a los *Laboratorios Virtuales* como recurso tecnológico, la mayor parte de la bibliografía ha sido consultada a través de fuentes electrónicas.

La exposición del Marco Teórico de la investigación se ha llevado a cabo mediante una búsqueda que aborda conceptos generales, relacionados con el uso de las TIC en la etapa educativa de Secundaria, para concluir acotando la temática en los conceptos relacionados con el recurso didáctico objeto del presente estudio.

La búsqueda de información se ha centrado en tres líneas fundamentales: la primera de ellas hace referencia a la necesidad de realizar clases prácticas en las asignaturas de ciencias, debido a la relevancia que las mismas tienen sobre el estudio de esta materia, de carácter experimental. La segunda de ellas se ha centrado en el empleo de los recursos didácticos TIC en las aulas de la etapa de Secundaria teniendo en cuenta, sobre todo, las ventajas que aportan al alumnado y profesorado. Se concluye con una revisión de los diferentes *Laboratorios Virtuales* disponibles en la red, centrándose, fundamentalmente, en aquellos de acceso libre. Toda la información que se cita en el presente documento ha sido localizada entre el 1 de marzo y el 14 de mayo de 2014. Parte de la información utilizada ha sido recopilada de documentos utilizados a lo largo del Máster en diferentes asignaturas. Las diferentes fuentes de información que se han consultado son las que se citan a continuación:

a. Fuentes electrónicas:

Las referencias electrónicas han sido las más utilizadas por los motivos anteriormente expuestos. Internet ofrece diferentes Bases de Datos de acceso libre que aportan numerosas referencias. Dentro de éstas destacan libros y artículos de revistas especializadas. Este último recurso ha sido el más utilizado ya que son en estas revistas especializadas donde se encuentra la información más actualizada de la temática de este trabajo. Las Bases de Datos consultadas han sido: Biblioteca UNIR, Dialnet y Google académico.

La búsqueda en estas Bases de Datos se lleva a cabo mediante la introducción en las mismas de palabras clave, relacionadas con la temática de estudio. En este trabajo las palabras clave que más se han utilizado, y con mayor éxito, han sido, por este orden: *Laboratorios Virtuales, TIC en Biología y Geología, Prácticas en Ciencias de la Naturaleza y Recursos TIC en Secundaria.*

Los criterios que han determinado la selección de los contenidos localizados en estas bases de datos han sido: que estén directamente relacionados con la temática del trabajo de investigación, que sean de libre acceso y que su publicación sea reciente, sobre todo en lo referente a artículos en revistas especializadas. La búsqueda se ha limitado a publicaciones a partir de 2002.

b. Biblioteca:

Otro medio empleado para recabar información ha sido una visita a la biblioteca de la Facultad de Educación de la Universidad de Cádiz, situada en la localidad de Puerto Real, Cádiz. En ella se ha podido recopilar información acerca de la didáctica de las ciencias en la Secundaria. Respecto al uso de recursos TIC, las fuentes electrónicas aportan mayor diversidad de información, y más actualizada.

c. Legislación:

Actualmente la legislación publicada se puede consultar a través de internet ya que las publicaciones en formato papel no se editan. Para este trabajo se han consultado diferentes normativas de interés que afectan al periodo educativo centrado en la etapa de Secundaria. Dichas fuentes de información son: Boletín Oficial del Estado (en adelante BOE) y el Boletín Oficial de la Junta de Andalucía (en adelante BOJA).

### 3.- DESARROLLO

#### 3.1.- Revisión bibliográfica y fundamentación teórica

Para la contextualización del presente trabajo, en este apartado se abordan los aspectos más relevantes que permiten la comprensión de los objetivos principales del estudio. Se comienza planteando el papel de las sesiones prácticas en las clases de Biología y Geología. Se continúa, con un apartado, más extenso, que describe el papel y la importancia que tiene el uso de las TIC en el sistema educativo actual. Se incluye, además, un apartado que expone la función pedagógica de estos recursos en el sistema educativo actual, las denominadas TAC y se finaliza describiendo el recurso objeto del presente estudio, los *Laboratorios Virtuales*.

##### 3.1.1.- Las enseñanzas de las ciencias y las prácticas de laboratorio

Las materias propias de las ciencias experimentales tienen en común un marcado carácter práctico, tanto en la enseñanza como en su aplicación. Cuando se habla de ciencias en la etapa Secundaria Obligatoria se hace referencia a disciplinas tales como la Biología, Geología, Física, Química, Matemática, etc. Con la enseñanza de estas materias se persigue la alfabetización científica de los alumnos, es decir, la adquisición de determinadas finalidades y objetivos propios de la citada disciplina científica (Acevedo-Díaz, 2004).

La finalidad de las enseñanzas experimentales es, por tanto, de marcado carácter empírico. En base a ello el uso del laboratorio en su enseñanza se plantea como un elemento imprescindible que permita al alumno la consecución de objetivos no sólo conceptuales sino también procedimentales y actitudinales (González, 2007).

La Ley Orgánica de Educación 2/2006 establece la necesidad de alfabetización científica que permita a los alumnos desarrollar una comprensión del entorno natural y científico así como la adquisición de una consciencia de las relaciones entre la sociedad y la tecnología.

La Comunidad Autónoma de Andalucía tiene transferidas las competencias en materia de educación. En base a ello, el Decreto 231/2007 de 13 de julio por el que se establece la ordenación de las enseñanzas en Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía establece como objetivo, en su artículo 4, apartado d), relativo a la enseñanza de las ciencias:

Comprender los principios básicos que rigen el funcionamiento del medio físico y natural, valorar las repercusiones que sobre él tienen las actividades humanas y contribuir activamente a la defensa, conservación y mejora del mismo como elemento determinante de la calidad de vida (p.4).

Por otro lado, el citado Decreto 231/2007, en relación a la adquisición de competencias básicas en la etapa de Secundaria, en su artículo 6, apartado d) expone que el currículo en esta etapa deberá contribuir a la adquisición de:

Competencia digital y tratamiento de la información, entendida como la habilidad para buscar, obtener, procesar y comunicar la información y transformarla en conocimiento, incluyendo la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación como un elemento esencial para informarse y comunicarse (p.7).

### 3.1.2.- Los trabajos prácticos en la enseñanza de la Biología y Geología

Las sesiones prácticas en las enseñanzas de ciencias son una de las actividades más importantes por las siguientes razones: por un lado permite al educando una mayor comprensión de los conceptos que el profesor explica, y por otro lado ayuda al alumno a la adquisición de determinadas habilidades, relacionadas con el manejo de instrumentos y técnicas de laboratorio. La realización de los experimentos es una buena ocasión donde el alumno puede contrastar hipótesis. En definitiva, permite al alumno *aprender a aprender*, lo que le otorga una mayor autonomía en su proceso de aprendizaje (Caamaño, 2009).

Los trabajos prácticos realizados en la didáctica de las Ciencias de la naturaleza son una actividad que comporta el manejo de materiales, objetos y organismos, vivos o no, cuya finalidad es la de analizar y observar un determinado fenómeno natural (Samartí, 2001). Tradicionalmente es el laboratorio el lugar destinado a la realización de estas actividades prácticas y complementarias de las clases de ciencias. Desgraciadamente, las prácticas de laboratorio resultan, en numerosas ocasiones, poco eficaces para profesores por lo que éstos acaban prescindiendo de ellas y reduciendo las clases de ciencias a exposiciones enmarcadas en un plano teórico dentro de las clases (Izquierdo, 2009).

Sin embargo, la didáctica de las ciencias experimentales debe tener como objetivo no sólo la adquisición de conceptos, a través de la comprensión de la teoría, sino que debe aportar al educando la posibilidad de aprender a llevar a cabo ese saber teórico mediante la experiencia directa (Seré, 2002). A continuación se muestra en la *Figura*

nº 1, un esquema que representa el papel de los trabajos prácticos en las clases de ciencias.

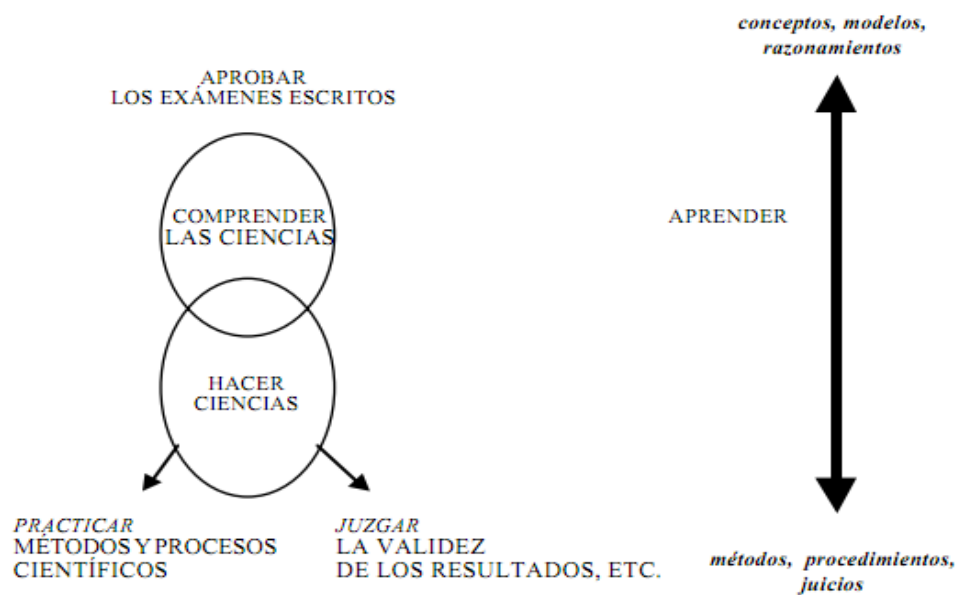


Figura nº 1. Importancia de los trabajos prácticos en las clases de ciencias (Seré, 2002).

La Figura nº. 1 muestra la relación directa que se produce entre los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales en las enseñanzas de ciencias donde su aprendizaje requiere de la adquisición de las diferentes habilidades.

Para Caamaño (2009) los trabajos prácticos se pueden clasificar, según los objetivos que con ellos se persigan, en los siguientes tipos: Por un lado se habla de experimentos ilustrativos, que son los realizados por el docente y tienen como finalidad que el alumno perciba un determinado fenómeno. Por otro lado se refiere a experiencias, cuya finalidad es la misma pero en este caso la actividad es llevada a cabo por el propio educando y por último se hace mención a los ejercicios prácticos, que son aquellos realizados normalmente en un laboratorio del centro y cuyo objetivo es la adquisición de una habilidad. Quedaría por indicar en este apartado las investigaciones, pero éstas no son realizadas con frecuencia en esta etapa educativa.

Para los casos anteriormente citados es importante entrenar a los alumnos, a través de los conceptos básicos, en el manejo del instrumental de laboratorio, dado los riesgos que puede entrañar en un laboratorio (Acevedo, 2004).

La importancia que estos trabajos tienen en la didáctica de las Ciencias de la naturaleza en general debe estar presente en la metodología aplicada, y no reducir las sesiones prácticas, como ya se ha comentado, al mínimo legal exigible (Casemeiro, 2010). Las causas que justifican que no se lleven a cabo sesiones prácticas de laboratorio son, entre otras, que los centros sólo disponen de un único laboratorio para el desarrollo de las sesiones prácticas de todos los cursos de la etapa de Secundaria Obligatoria y Bachillerato, que la actual ratio de alumnos por aula impide agrupar a todos los alumnos de la clase en un laboratorio o que la exigencia de tiempo para preparar dichas clases hace necesaria una dedicación extraordinaria que en muchas ocasiones los profesores no disponen.

Sin embargo son numerosas las investigaciones que, según González (2007), avalan la importancia de las prácticas en las asignaturas de ciencias, y cómo la ausencia de estas sesiones prácticas hace que los alumnos, en determinadas situaciones, pierdan el interés por las ciencias y los fenómenos científicos, sobre todo cuando las clases se centran en un contexto excesivamente teórico, donde el alumno no tiene la posibilidad de experimentar aquellos fenómenos científicos que estudia. El uso del laboratorio, en este sentido, permite una mayor interacción entre profesor y alumno y de alumnos entre sí (Samartí, 2001). En el laboratorio se produce, además, ese necesario conflicto cognitivo que permite al alumno comprobar por sí mismo la realidad del fenómeno científico experimentado.

### 3.1.3.- El uso de las TIC en Secundaria y su repercusión en los trabajos prácticos de Biología y Geología.

#### 3.1.3.1.- Concepto y características.

En este apartado se expone el papel que las nuevas tecnologías llevan a cabo en los centros educativos. Aunque no son muy utilizadas aún en la mayoría de los centros de Secundaria, son muchas las ventajas que su uso aporta tanto al profesorado como a los educandos.

Cuando se habla de TIC, Cabero (2007) hace referencia a "... las nuevas tecnologías de la información y la comunicación que giran en torno a cuatro medios básicos: la informática, la microelectrónica, los multimedia y las telecomunicaciones" (p.163), a lo que Rodríguez (2009) añade: "... aquellas tecnologías que tratan del estudio, desarrollo, implementación, almacenamiento y distribución de la información utilizando el hardware o software más adecuado como sistema informático" (p.2).

Uno de los principales rasgos que va a caracterizar a la sociedad del S. XXI es la incorporación de las nuevas tecnologías al ámbito personal y profesional (López, 2007). Es por ello por lo que el sistema educativo no debe permanecer al margen de esta nueva realidad, sino que debe adoptar el inminente reto de alfabetización digital de las escuelas y centros educativos. Así pues, para Bautista (2004, citado por López, 2007) los indicadores de calidad del sistema educativo de los países desarrollados estarán determinados por la manera en que la escuela aborda la denominada *brecha digital*, que se produce entre lo que el alumno percibe dentro y fuera de la institución educativa. Las nuevas tecnologías aplicadas a la educación otorgan al alumno mayor protagonismo ya que lo considera protagonista de su propio aprendizaje. El profesor será el encargado de ayudar al alumno a construir su propio crecimiento personal (Baigorri, 2010).

El empleo de las TIC en los centros educativos no debe limitarse a un mero entretenimiento ni a una simple “modernización” de los recursos empleados sino que debe tener como finalidad, al menos, algunas de las que se relacionan a continuación: Alfabetización digital, acceso a la información, comunicación y gestión de contenidos, uso didáctico, compartir recursos, información o experiencias entre profesores de otros centros (Marqués, 2012).

### 3.1.3.2.- Las TIC en el sistema educativo. Marco legal.

A nivel estatal, el currículo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria viene determinado por la aprobación de la, ya mencionada, Ley Orgánica de Educación 2/2006 (en adelante LOE). En el capítulo III, artículo 23, entre sus objetivos, el apartado e) propone: “desarrollar destrezas básicas en la utilización de fuentes de información, para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos y la preparación básica en el campo de las tecnologías de la información y la comunicación” (p.17169). Además el RD 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria recoge, en su Anexo I, las ocho competencias básicas propuestas para este periodo educativo. Entre ellas se destaca, por su interés con el presente trabajo, la relativa al *Tratamiento de la información y la competencia digital*.

Esta competencia consiste en disponer de habilidades para buscar, obtener, procesar y comunicar información, y para transformarla en conocimiento. Incorpora diferentes habilidades, que van desde el acceso a la información hasta su transmisión en distintos soportes una vez tratada, incluyendo la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación como elemento esencial para informarse, aprender y comunicarse (p.685).



A nivel autonómico, en Andalucía, el citado RD 1631/2006 se desarrolla, como se ha indicado anteriormente, a través del Decreto 231/ 2007 de 13 de julio, el cual cita, en su Capítulo I, artículo 4, relativo a los objetivos, apartado f) como uno de los objetivos para esta etapa educativa:” *Formación para la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación, estimulando su uso en los procesos de enseñanza y aprendizaje de todas las materias y en el trabajo del alumnado.*” (p.17).

### 3.1.3.3.- Ventajas del uso de las TIC en las aulas de Secundaria

Como se ha comentado en apartados anteriores, el uso de las TIC en las aulas debe llevar implícito un objetivo educativo, ya que de lo contrario quedaría en un mero entretenimiento más. Incorporar las TIC a la educación debe ser una realidad que permita a los alumnos adquirir las habilidades necesarias para poder gestionar su vida diaria en una sociedad tecnológicamente avanzada (Moya, 2009).

Para Marqués (2012) son tres las razones que avalan el uso de estos recursos en las aulas:

- 1ª.- Alfabetización digital de los educandos.
- 2ª.- Mayor productividad y ç
- 3ª.- aprovechar las posibilidades didácticas que las TIC ofrecen.

En esta misma línea, Rodríguez (2009) considera que las principales ventajas que aportan las TIC en el aula son:

- 1.- Motivación: el alumno estará más motivado si la materia es atractiva, amena, divertida. En este sentido, la motivación aumentará si se le permite construir su propio aprendizaje a través de los recursos tecnológicos. Esta es, para la autora, la principal aportación de las TIC al aula. Hay que destacar que la capacidad de un profesor de cumplir los objetivos propuestos dependerá, en gran medida, de la motivación que sus alumnos muestren en su clase.
- 2.- Interés: en muchas ocasiones el simple título de la materia hace perder al alumno el interés por la misma. Ante este punto de partida la didáctica de una materia con recursos tecnológicos puede hacer que el alumno capte de nuevo el interés ya que los adolescentes presentan una alta capacidad de relación y manejo con los dispositivos tecnológicos.
- 3.- Interactividad: el alumno ante las TIC pasa de ser un elemento pasivo, como receptor de la información que transmite el docente a interactuar, comunicarse e intercambiar con otros compañeros de aula y ello enriquece su proceso de aprendizaje.

4.- Cooperación, permite al alumno comunicarse, trabajar juntos, aprender juntos e incluso enseñar juntos, en el caso del docente.

5.- Iniciativa y creatividad, es muy importante que el alumno desarrolle su imaginación y creatividad ya que de esta manera podrá generar mayor autonomía y posibilidades en la resolución de problemas. Las TIC en este sentido son una herramienta muy útil.

Sin embargo, no todos son ventajas cuando se habla de los recursos TIC. Algunos autores como Pérez (2003, citado por López, 2007) afirman que la aplicación de las TIC carece de objetivos pedagógicos y didácticos específicos, afirmación que puede parecer excesivamente contundente si atendemos a los datos que otros autores muestran en relación a las ventajas que aportan en un aula. Así Rodríguez (2009) cita como principales desventajas o inconvenientes del uso de los recursos TIC en el aula el factor tiempo ya que en cualquier programación didáctica, el tiempo actúa como factor limitante para el docente, también para el alumno en cuanto a la realización de tareas que requieran del uso de los recursos tecnológicos, ya sea en la búsqueda de información o en la presentación de trabajos. Y por otro lado, la distracción, donde plantea que es necesario encontrar un cauce adecuado que permita a los alumnos trabajar con estos recursos de manera didáctica y no como entretenimiento. En muchas ocasiones los dispositivos electrónicos usados en el aula dan como resultado el efecto de distracción sobre el objetivo principal de la temática de estudio.

#### 3.1.3.4.- El avance necesario, de las TIC a las TAC

El empleo, en el sistema educativo, de recursos tecnológicos no debe quedar reducido a una mera modernización de los recursos sino que éstos, como ya se ha comentado en este documento, deben cumplir una función concreta en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje. Es aquí donde aparece el concepto de TAC definido como Tecnologías del aprendizaje y del conocimiento. En el sistema educativo, las TAC tratan de orientar las nuevas tecnologías de la información y comunicación hacia unos usos más educativos tanto para profesores como para los alumnos (Lozano, 2011 citado por Enríquez, 2013). El uso de las TIC debe, por tanto, orientarse a una función didáctica, y será entonces cuando sean consideradas como TAC. Para ello es muy importante la metodología empleada, ya que no se trata de tener un dominio de los recursos tecnológicos sino de saber cómo emplearlos como recurso didáctico (Sancho, 2008).

En base a lo anterior, los recursos tecnológicos que se empleen en un centro educativo deberán cumplir una función didáctica y, por tanto, será más indicado referirse a ellos como TAC.

### 3.1.3.5.- Las TAC en la enseñanza de la Biología y Geología

Un nuevo modelo de enseñanza que propicie el uso de las nuevas tecnologías implica muchas transformaciones. Moya (2009) destaca entre ellas: un cambio en el sistema educativo que suponga necesariamente una formación continua por parte del profesorado en estas herramientas tecnológicas; un cambio en los objetivos educativos donde los docentes preparen a sus alumnos a vivir en una sociedad de la información y del conocimiento; un cambio en los centros escolares para que se doten de las herramientas necesarias que permita el uso de las TAC y por último un cambio en los contenidos didácticos para que éstos se adapten a los formatos digitales.

Internet permite a alumnos y profesores la posibilidad de acceder a numerosa información, por lo que su debe ser considerado como una herramienta fundamental en los nuevos modelos didácticos basados en el uso de recursos tecnológicos. (López, 2007). En esta línea, las TAC presentan un gran potencial para transformar los modelos didácticos convencionales. La sociedad actual demanda nuevos sistemas educativos que no serán efectivos sin la incorporación de los citados recursos tecnológicos (Meneses, 2008).

Los recursos tecnológicos para el estudio de las ciencias pueden ser aplicaciones como bases de datos, hojas de cálculo, procesadores de texto o entornos de diseño gráfico, de carácter específico como tutoriales, simulaciones, experimentos, etc. (Pontes, 2005, citado por López, 2007). A continuación se citan algunos de los recursos para la enseñanza y el aprendizaje de la Biología y Geología (Álvarez, 2014).

1.- Recursos TAC de Biología: Proyecto biosfera, *Proteínas en 3D*, *La ventana de Hoke*, *El Reino Vegetal*, *Los artrópodos del planeta Tierra*, *Nuestro cuerpo en un click*, *Enfermedades emergentes*, *Principios de genética*, *Clave de la evolución humana y Bosques*.

2.- Recursos TAC de Geología: *Historias del cielo*, *Recurso educativo del Instituto de astrofísica de Canarias*, *Rocas y paisaje*, *El agua, recurso indispensable para la vida*, *Tectónica de placas*, *Terremotos*, *Las rocas*, *Los minerales y Geocamp*,

Además de los recursos anteriormente citados, internet ofrece una amplia variedad de sitios web para la obtención de recursos TIC, como son: Repositorios, Directorios, Mediatecas, Presentaciones, Animaciones, Simulaciones, Laboratorios virtuales, Museos virtuales, Ciencia recreativa y Sitios web de Institutos de Enseñanza Secundaria.

Estos recursos ejercen, en el aula, un papel muy importante, tanto para profesores como para alumnos, en las materias de las Ciencias de la naturaleza. El profesor las puede usar como herramienta de apoyo en sus explicaciones, mientras que los alumnos pueden usarlas como referentes a la hora de buscar información o como apoyo al material tradicional usado en clase, entre otros. Los simuladores, además, permiten a los alumnos llevar a cabo tareas de autoevaluación, ya que muchos de ellos disponen de cuestionarios en los que el propio alumno puede realizarlo cuantas veces quiera y evaluar su nivel de adquisición de conocimiento.

Dado que el presente trabajo está centrado en el recurso TAC *Laboratorios Virtuales*, éste se analiza, a continuación, en un apartado propio.

### 3.1.4.- Análisis de los *Laboratorios Virtuales*

Como se ha descrito ya en este trabajo, las prácticas de laboratorio son uno de las tareas más importantes que debe perseguir las enseñanzas de la Ciencia de la naturaleza. En este sentido los *Laboratorios Virtuales* surgen como una posible solución a los problemas descritos ya en este documento.

En la literatura disponible no son muchos los trabajos que tratan la temática relacionada con este recurso TAC, ya no sólo para la etapa educativa de Secundaria sino tampoco para Bachillerato.

Para López (2007) un *Laboratorio Virtual* es “un sitio informático que simula una situación de aprendizaje propia del laboratorio” (p.565). Por su parte, Fernández Sánchez, Salvatierra Garnacho, González Dacosta y Mandado Pérez (2009) lo definen como: “...sistema construido por unos medios (programas, equipos informáticos, instrumentos de medida), ubicados en uno o varios lugares, que se ponen a disposición de los usuarios, ubicados en cualquier lugar, para que puedan trabajar con ellos.”(p.55).

Según Marqués (2000, citado por López, 2007) los *Laboratorios Virtuales* se enmarcan en lo que se conoce como Entornos Virtuales de Aprendizaje (en adelante EVA) que

“...aprovechando las finalidades de las TIC, ofrecen nuevos entornos para la enseñanza y el aprendizaje libre e las restricciones que imponen el tiempo y el espacio en la enseñanza presencial y capaces de asegurar una continua comunicación, virtual, entre estudiantes y profesores” (p.566).

Los *Laboratorios Virtuales* son, por tanto, simuladores interactivos similares a un laboratorio convencional donde los alumnos, mediante el uso de tecnología informática y acceso a internet, o mediante la instalación del software correspondiente, pueden llevar a cabo una amplia gama de tareas propias de las asignaturas de ciencias experimentales de manera autónoma (Vázquez, 2009). Los pasos a seguir para la realización de las sesiones prácticas en estas aplicaciones son las mismas que si se tratara de un laboratorio presencial ya que estos simuladores disponen de todo el instrumental necesario para dichas prácticas igual que el que se encuentra en uno presencial (Martínez, 2010). Algunos laboratorios, con la finalidad de conseguir un mayor grado de realismo utilizan aplicaciones de realidad virtual con el que buscan un efecto de inmersión en el alumno, asociado a imágenes en tres dimensiones, aunque éstos son muy escasos (López, 2007).

Morales (2012) recopila algunas de las principales ventajas que aportan los *Laboratorios Virtuales* destacando entre ellas:

- Permiten crear un entorno similar a un laboratorio de ciencias donde se elimine cualquier problema relacionado con el equipamiento propio de un laboratorio físico (Morcillo, García, López y Mejías, 2006).
- Facilitan la incorporación de un mayor número de alumnos a las prácticas ya que no requiere el acceso directo al laboratorio del centro (Cataldil Dominighini, Chiarenza y Lage, 2011).
- Se eliminan los riesgos propios de un laboratorio presencial (Vázquez, 2009).
- Permite realizar tantas simulaciones experimentales como sean necesarias (Martínez, 2010).
- El alumno ante el simulador puede alterar cuantas variables tenga disponible, personalizando de esta forma su propio aprendizaje práctico (Rosado, 2007).
- El tiempo destinado a la preparación y recogida de instrumental de prácticas es mas reducido (Cabero, 2007 citado por Cataldi *et al.*, 2011).
- El entorno virtual permite al alumno errar y corregir su trabajo tantas veces como quiera ya que la herramienta no dispone de límites a la hora de realizar dichas prácticas (Rosado, 2007).

La literatura consultada plantea, además, una serie de inconvenientes que se presentan con el uso de estos laboratorios respecto de los presenciales. A continuación se citan algunos de los inconvenientes más destacados.

- Al tratarse de una aplicación virtual se corre el riesgo de provocar una pérdida parcial de la visión de la realidad. No suele haber errores de medida, las reacciones ocurren al 100 por cien, no se producen efectos secundarios, etc. (Martínez, 2010).
- Algunas prácticas, como las que persiguen la realización de jabón, cremas, colonias, etc., cuyos resultados no pueden ser examinados directamente por los alumnos (Vázquez, 2009).
- Requieren una inversión de dinero, ya que se necesita un ordenador personal para cada uno de los alumnos (Morcillo, 2006).
- El alumno, con estas prácticas de laboratorio, termina siendo un simple espectador al no realizar físicamente dichas tareas. Es necesario que la actividad que se realice sea ordenada y progresiva y que tenga como finalidad alcanzar unos objetivos concretos (Rosado, 2007).

Actualmente se pueden encontrar muchos *Laboratorios Virtuales* para realizar aplicaciones prácticas en materias de Física y Química, por ejemplo, sin embargo no hay muchos recursos disponibles para el caso de la Biología y Geología. Para estas últimas, internet ofrece numerosas páginas que contienen simulaciones aunque la interactividad en estos casos es limitada (López, 2007).

### 3.1.5.- Características de *Phet interactive simulation*

*Phet* es un Laboratorio virtual que ofrece numerosas simulaciones interactivas. Estas aplicaciones ofrecen instrumentos de medición, incluyendo reglas, termómetros, voltímetros, etc. A medida que el usuario manipula estas herramientas interactivas las respuestas se ofrecen de manera inmediata, para comprobar así la causa y el efecto del fenómeno estudiado. Se trata de aplicaciones completamente gratuitas de libre acceso donde cualquiera puede acceder. El único requisito es disponer de ordenador y conexión a internet. La aplicación está desarrollada por un grupo de científicos pertenecientes a la Universidad de Colorado, EEUU, que de manera altruista han desarrollado una aplicación donde alumnos y profesores de Secundaria Obligatoria y Bachillerato pueden acceder a contenidos de Física, Química, Biología, Ciencias de la Tierra y Matemáticas. La web se ofrece en castellano traducido por Mallma (2014, tomado de la web oficial). La aplicación se nutre a través de donaciones que tanto particulares como entidades jurídicas pueden realizar. Las características más destacables de *Phet interactive simulations* son para Vázquez (2009) las siguientes:

- 1.- No requiere instalación de ningún programa ya que su uso se realiza online.
- 2.- Contiene una gran variedad de simuladores de gran importancia educativa, que no son fáciles de encontrar.
- 3.- La aplicación permite realizar cambios sustanciales en los simuladores.
- 4.- Los resultados obtenidos se presentan en forma gráfica y numérica.
- 5.- Dispone de una amplia variedad de actividades para los alumnos.

A continuación se procede a realizar una descripción detallada de las características de *Phet interactive simulations*.

Cuando se accede a la web donde se encuentra ubicado el laboratorio se observa que ésta está accesible en diferentes idiomas. La página principal dispone de un apartado denominado *Built with teach* en el que se muestra un video tutorial acerca del funcionamiento de la web (Figura nº 2).



Figura nº 2. Portada de la web *Phet interactive simulations* (<https://phet.colorado.edu/es/>)

Las aplicaciones disponibles se pueden utilizar en línea, es decir sin necesidad de descargar ningún programa ni aplicación informática o a través de dicha descarga en otro dispositivo. Como ya se ha indicado, dispone de numerosas aplicaciones virtuales de prácticas de laboratorio, clasificadas por materias. De este modo se puede encontrar simulaciones prácticas de Biología, Geología, Física, Química, Matemáticas y Ciencias de la Tierra. A continuación, en la Figura nº 3, se muestran algunas de las simulaciones citadas.



**Figura nº 3. Simulaciones virtuales de Biología**  
[\(<https://phet.colorado.edu/es/simulations/category/biology>\)](https://phet.colorado.edu/es/simulations/category/biology).

El alumno, a través de ellas puede llevar a cabo determinadas prácticas interactivas que le permitan una mejor comprensión y aprendizaje de los fenómenos experimentales propios de las Ciencias de la naturaleza. Algunas de las prácticas de laboratorio que se ofrecen en esta aplicación son, entre otras:

- 1.- Calcular las calorías que se consumen con una determinada ingestión de comida, además de poder calcular las calorías que se queman con un determinado ritmo de vida, que el propio alumno puede ir variando.
- 2.- Estirar una cadena de DNA, de tal manera que se termine por observar las diferentes moléculas que la componen, así como la distribución en la misma.
- 3.- Comprobar el efecto de la selección natural a través de la cadena trófica en la naturaleza. Modificando los diferentes eslabones de la misma, el alumno puede observar el efecto y la consecuencia que ello conlleva.

### 3.2.- Materiales y Métodos

El presente trabajo de investigación se ha llevado a cabo en diferentes etapas: la primera de ellas ha correspondido a la revisión bibliográfica, citada y ampliamente descrita en apartados anteriores, mientras que la segunda ha correspondido al trabajo de campo, que a continuación se describe. El orden cronológico de las fases en las que dicho trabajo se ha elaborado han sido:

- 1º. Revisión bibliográfica
- 2º. Determinación de la muestra de estudio
- 3º. Elaboración de cuestionarios



- 4º. Validación de los citados cuestionarios
- 5º. Análisis y discusión de los resultados
- 6º. Definición de nuevas líneas de trabajo en base a los resultados obtenidos

### 3.2.1.- Muestra de estudio

El trabajo de campo se ha realizado en un centro concertado, de carácter religioso, situado en la Comunidad Autónoma de Andalucía, donde se ofertan las etapas de Infantil, Primaria y Secundaria, en régimen de concierto, y Bachillerato de carácter privado. La muestra de estudio hace referencia a los alumnos de 4º de ESO así como a los profesores del departamento de Ciencias naturales de este centro. Este curso se organiza en 3 grupos, identificados en el centro como Grupo A, Grupo B y Grupo C, siendo en total 75 alumnos, 25 por clase. Los alumnos tienen una edad comprendida entre los 15-16 años. Del total de estos alumnos, 45 son chicos y 30 son chicas. La muestra es discreta y reducida debido a la limitación temporal para la realización del estudio de investigación así como a la negativa de parte del departamento a someterse a dicho estudio, alegando falta de tiempo y excesiva carga de trabajo en la recta final del curso.

Los profesores a los que se ha encuestado y entrevistado imparten enseñanzas de Ciencias de la Naturaleza en 1º y 2º de ESO, Biología y Geología en 3º y 4º de la ESO, y Física y Química en 3º y 4º de ESO. Son en total 10 los profesores que han accedido a responder los cuestionarios propuestos. Todos los encuestados son profesores veteranos, con más de 15 años de experiencia, excepto la tutora, que cuenta sólo con 5 años de experiencia.

Con respecto a la entrevista, al tratarse de un documento de carácter abierto, donde se pretende que los docentes expresen su libre opinión sobre el tema propuesto, muchos de ellos han expresado su objeción a la realización de la misma, y el centro ha decidido que sea la titular de Biología y Geología de 4º de ESO la que responda a las cuestiones que en esta entrevista se han planteado.

### 3.2.2.- Entrevista a profesores

Esta parte de la metodología se lleva a cabo para evaluar el objetivo nº 1 planteado en el trabajo, acerca de las ventajas e inconvenientes que tiene el uso de los recursos tecnológicos en las clases de ciencias en la etapa ESO y del objetivo específico nº 3. Con esta entrevista se ha querido conocer una opinión más personal del profesorado acerca del uso de TIC en sus clases. Al tratarse de un formato que permite respuestas no

acotadas, el entrevistado puede mostrar opiniones diferentes a las indicadas en las respuestas cerradas de los cuestionarios. Las cuestiones propuestas quedan reflejadas en el Anexo 1. El documento consta de 10 cuestiones. Las dos primeras tienen una finalidad introductoria para concretar el perfil del entrevistado. Las preguntas nº 3 y nº 4 pretenden acotar el nivel formativo del entrevistado en el uso de las nuevas tecnologías. Las restantes cuestiones pretenden recabar la opinión del entrevistado acerca de los Laboratorios virtuales y, en concreto, de *Phet*. El propio Departamento de Orientación del centro ha revisado y validado el cuestionario al igual que ha llevado a cabo con el resto que se indican en el presente estudio.

### 3.2.3.- Cuestionario a profesores

Para evaluar el grado de consecución del objetivo nº 1 y nº3 de este trabajo, correspondiente al análisis de las características más destacadas del recurso didáctico *Laboratorio Virtual* se elabora un cuestionario, citado en Anexo 2, donde los profesores valoran el empleo de los recursos TIC, en general, y de los *Laboratorios Virtuales*, en particular.

Los cuestionarios de profesores, también han sido validados por la dirección del centro, a través del Departamento de Orientación, que desde el principio se ha mostrado colaborativo. Los documentos que hacen referencia a dichas encuestas han sido enviados por correo electrónico y, posteriormente, entregados en mano a cada uno de los encuestados. Este cuestionario consta de diez preguntas, de las cuales las ocho primeras son de respuesta cerrada y en las dos últimas se permite respuesta abierta. El criterio para su elaboración ha sido conocer qué grado de conocimiento tienen acerca del uso de las TIC, reflejado en las cuestiones nº1, nº2 y nº3, para continuar con la disponibilidad que, según ellos, presenta el centro en cuanto al uso de estos recursos tecnológicos, con las cuestiones nº 4 y nº 5 y concluir con la valoración que hacen del recurso propuesto, *Phet*, con las cuestiones restantes.

### 3.2.4.- Cuestionarios a los alumnos

Se han utilizado para analizar el 3º objetivo de este trabajo, consistente en la evaluación de la satisfacción sobre este grupo de alumnos tras la utilización del *Laboratorio Virtual* propuesto como recurso didáctico. El citado cuestionario se incluye en el Anexo nº 3 de este trabajo. El referido documento consta de nueve preguntas de respuesta cerrada, las siete primeras y de respuesta abierta, las dos últimas. El orden de las cuestiones se dispone estableciendo como criterio conocer el grado de satisfacción del alumno hacia los recursos tecnológicos, con las cuestiones nº1 y nº2, siguiendo por el

uso de las TIC en general, con las cuestiones nº 3 y nº 4 y terminando por la opinión que les merece la aplicación *Phet*, con las restantes cuestiones planteadas. El cuestionario es sencillo y válido para la edad de los encuestados, ya que éste ha sido previamente validado por el Departamento de Orientación del centro donde se ha llevado a cabo el estudio de campo.

### 3.2.5.- Intervención en clase con alumnos y profesores

Los cuestionarios, entrevistas y presentación del *Laboratorio Virtual Phet* estaba previstos que fueran cumplimentados directa y personalmente por los propios docentes del centro, pero tras la redacción de los cuestionarios se ha considerado que era más conveniente para este trabajo presentarlos mediante una intervención didáctica en clase con los alumnos y así poder valorar posteriormente la actitud de profesores y alumnos ante el simulador educativo. La clase de trabajo con los alumnos se ha llevado a cabo en una sola sesión para cada grupo. En el caso de los profesores la disponibilidad de tiempo ha sido también muy reducida. La entrevista y cuestionarios se han llevado a cabo tras la sesión de clase con los diferentes grupos.

En el momento de la presentación de *Phet interactive simulations*, los alumnos del centro estaban trabajando la Unidad Didáctica de Geología, correspondiente a la Unidad Didáctica nº 8, denominada: “Los cambios en el medio natural (I).” Las clases se desarrollan normalmente en el aula, donde el profesor imparte la lección haciendo uso de recursos exclusivamente tradicionales, como son la pizarra convencional, libro de texto de cada alumno y cuaderno donde el alumno toma las notas necesarias. Para no alterar el desarrollo normal de la programación didáctica de la clase, se optó por trabajar sobre la Unidad Didáctica que en esos momentos trabajaban los alumnos en clase, pero se decidió trasladar al grupo al aula de informática para que la experiencia tuviera un marcado carácter personal debido a la mayor interactividad que el uso de ordenadores personales permiten. Quedarse en el aula supondría exponerles el *Laboratorio Virtual* a través de un proyector sin la posibilidad de interactuar entre ellos y el recurso educativo.

La Unidad Didáctica está dividida en tres apartados que son: *La estructura interna de la Tierra; Antecedentes de la tectónica de placas y las placas litosféricas o tectónicas.* Para la presentación a los alumnos de *Phet* se decide llevar a cabo un agrupamiento por pareja debido a la limitación de equipos informáticos en la sala y con la finalidad de fortalecer el trabajo cooperativo entre los alumnos.

Una vez instalados en el aula de informática, se les indica a los alumnos la dirección web en la cual se localiza *Phet* y se les expone la estructura del laboratorio así como las diferentes aplicaciones de que dispone. A partir de aquí se les explica la práctica que se va a llevar a cabo, en relación a la temática de la *Tectónica de Placas*. Los alumnos, en base a las citadas explicaciones, se disponen a comprobar como las placas se mueven sobre la superficie de la tierra, para lo cual, ellos pueden cambiar la temperatura, alterar la composición y espesor de las placas y descubrir cómo crear nuevas montañas, volcanes y océanos. En la figura nº 4 se muestra la ventana de inicio de la práctica correspondiente a la tectónica de placas.



Figura nº 4. Ventana principal correspondiente a Tectónica de Placas (<https://phet.colorado.edu/es/simulation/plate-tectonics>).

Una vez terminada la sesión práctica en la que los alumnos pudieron comprobar por sí mismo las diferentes simulaciones que el laboratorio ofrece para la Unidad Didáctica estudiada, se propuso que cumplimentaran el cuestionario, para analizar el grado de satisfacción que dicha recurso produjo sobre ellos. Una vez terminada la clase se hizo lo mismo con los profesores del departamento para valorar su opinión sobre el mismo.

Los resultados obtenidos así como la evaluación que de ellos se ha realizado en el presente trabajo se exponen en el apartado correspondiente a resultados y análisis, descrito a continuación.

### 3.2.6.- Tratamiento de los datos

Los datos obtenidos han sido tratados a través de una metodología cuantitativa y cualitativa. La aplicación informática para la elaboración de gráficos y tablas con los resultados obtenidos ha sido *Microsoft Excel*. El método cuantitativo empleado ha sido un tratamiento con estadística de frecuencia que permite, además, el tratamiento de los datos de carácter inferencial y la emisión de conclusiones. El tratamiento estadístico se lleva a cabo para el total de la muestra y para cada cuestión planteada en el cuestionario de manera individual.

Con respecto a la entrevista personal realizada a la profesora de Biología y Geología de 4º de ESO, los datos obtenidos han sido tratados a través de una metodología cualitativa.

## 4.- RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados obtenidos con los diferentes instrumentos empleados para la obtención de datos sobre la muestra de estudio. La exposición de los mismos se hace estableciendo como criterio el orden de los objetivos marcados al inicio del estudio. Dichos resultados se completan con una exposición gráfica obtenida mediante el citado tratamiento estadístico.

### 4.1.- Entrevista con la profesora

La entrevista personal se lleva a cabo con la profesora titular de Biología y Geología de 4º de ESO con la finalidad de valorar su grado de satisfacción ante el uso de los recursos tecnológicos usados como medios didácticos, indicado en el estudio como objetivo nº 1. Las preguntas así como las respuestas están incluidas en el Anexo nº 3.

Los resultados que muestran las respuestas emitidas por la profesora no distan mucho de las llevadas a cabo en los cuestionarios cerrados que se han realizado a los profesores. Así, por ejemplo, ante las preguntas nº 3 y nº 4, relativas a la formación en TIC, la profesora comenta que su nivel es medio, en comparación con el que ella observa a sus compañeros en el centro. Como la mayoría de profesores, su formación continua en el uso de estos recursos la lleva a cabo de manera autodidacta ya que el centro no oferta la posibilidad de formarse continuamente.

Con respecto a las cuestiones nº 5, nº 6 y nº 7, la profesora considera que los recursos didácticos TIC ofrecen más posibilidades a la hora de preparar las unidades didácticas o de completar información que usadas en clase, ya que para esta segunda aplicación se requiere de mucho tiempo para su preparación y de una formación más elevada que permita al profesor enfrentarse con mayores garantías a sus alumnos, tecnológicamente mejores formados. Con respecto a la aplicación *Phet*, considera que puede llegar a ser un complemento a las clases prácticas de laboratorio, pero que no cree que las sesiones en el laboratorio físico deban ser sustituidas por clases en laboratorios virtuales.

### 4.2.- Cuestionario a profesores

A continuación se muestra los resultados obtenidos de los cuestionarios cumplimentados con los profesores, planteado para la consecución del objetivo nº 1 y nº 3 del estudio.

Al preguntar a los profesores, sobre el dominio de las TIC en general, especificando que se entiende por TIC aquellos recursos tecnológicos tales como pizarra digital, ordenadores con conexión a internet o *tablet*, la mayoría, un 70%, responde que tienen un dominio medio de los recursos tecnológicos. En el Gráfico n° 1 se representa el porcentaje correspondiente a cada respuesta.

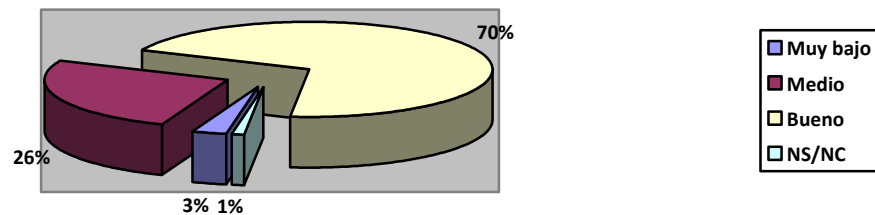


Gráfico n° 1. Dominio sobre las TIC.

En relación a la cuestión n° 2 planteada, en la que se ha preguntado si disponen de medios tecnológicos en las aulas, el 85% de los profesores ha respondido afirmativamente, pero han indicado al mismo tiempo que éstos eran escasos. Un pequeño porcentaje, en torno al 5%, ha respondido que disponen de una amplia variedad de recursos para su uso en el aula. Un porcentaje mayor a éste, un 7% de los encuestados ha indicado, sin embargo, que no dispone de ningún recurso.

Con respecto a los resultados de la tercera cuestión propuesta, en la que se ha preguntado si usaban los medios tecnológicos disponibles, casi la mitad, un 43% ha respondido que sí pero que no de manera habitual. Sólo un 7% del total ha indicado disponer de ellos y utilizarlos en clase. En la Gráfica n° 2 se muestran los mencionados resultados.

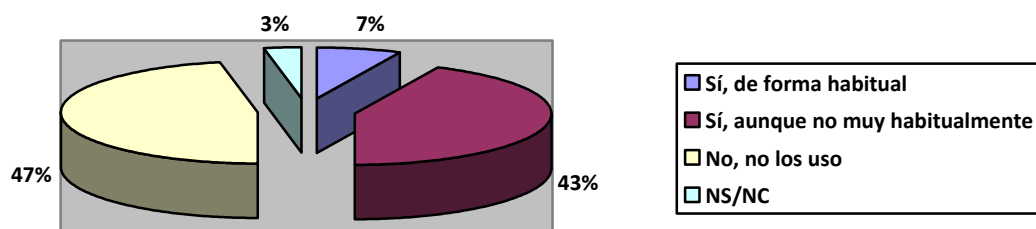


Gráfico n° 2. Usabilidad de los recursos disponibles.

En relación al grado de confianza del docente frente a sus alumnos, cuando utilizan en clase recursos didácticos tecnológicos, en la pregunta nº 4, una amplia mayoría, un 69%, ha manifestado que dicha confianza es baja porque considera que sus alumnos disponen de mayores conocimientos en el manejo de dispositivos informáticos que ellos. Sólo un 28% ha indicado que su dominio es medio.

La cuestión nº 5, acerca de la contribución de las TIC a sus clases, un 62% ha respondido que el uso de estos recursos sí ha contribuido a mejorar la didáctica en sus clases, pero que esta mejora no ha sido muy destacable. Un 26% de ellos considera al respecto que esta contribución se va observando poco a poco. La Gráfica nº 3 muestra la proporción de los resultados analizados.

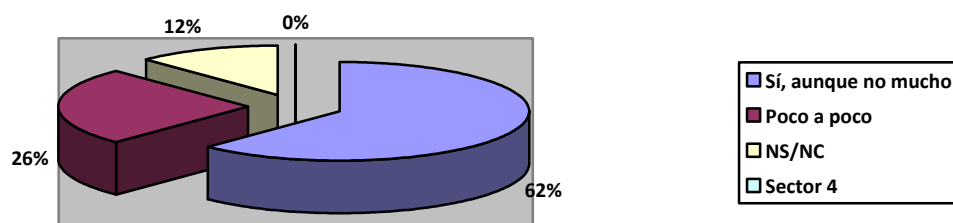


Gráfico nº. 3. Contribución de las TIC al proceso de Enseñanza.

La cuestión planteada nº 6 está relacionada con el uso del laboratorio virtual. Un amplio porcentaje de los encuestados, un 74%, nunca había utilizado en sus clases este recurso, y el resto ha manifestado conocerlo pero no utilizarlo.

En relación a la pregunta nº 7, acerca de si reciben formación en el manejo de TIC casi tres cuartos de los encuestados afirma recibir formación en el uso de recursos tecnológicos, además de internet. Algo menos de un cuarto de los encuestados manifiesta no recibir ningún tipo de formación. En el caso de los primeros, la mayoría, un 67% la lleva a cabo por su cuenta mientras que un reducido 13% afirma que el centro les ofrece materiales y formación en TIC.

Los resultados que arroja la cuestión nº 8 ponen de manifiesto que los profesores son optimistas en cuanto a la necesidad de incorporar los recursos tecnológicos a sus aulas y metodología. Un 67% considera que en un futuro próximo las TIC estarán incorporadas como recursos didácticos de los profesores. En contraposición, un 16% considera que éstas no son imprescindibles, lo que hace pensar que la predisposición



para su uso será menor que en el resto. Hay que destacar que un 15% cree que la incorporación de las TIC al aula no va a cambiar mucho la didáctica de las ciencias.

Tras la muestra de *Phet* en clase, la mayoría de los profesores, un 85%, puntúa de forma positiva el laboratorio virtual propuesto. Por el contrario, los que han mostrado puntuaciones inferiores a 5, han alegado que la aplicación es muy compleja, poco práctica o requiere mucha dedicación para su aplicación en clase, entre otros comentarios.

Cuando se les preguntó acerca de qué TIC incluirían en clase y por qué, los encuestados manifestaron desconocer muchas de las posibilidades que internet ofrece de manera libre y gratuita como recursos didácticos que pudieran emplearse en las clases de ciencias como recursos TIC. Sin embargo indicaron que habían oído hablar de blogs, de la “famosa” pizarra digital o de algunas webs con contenidos interactivos propios de las ciencias de la naturaleza.

#### 4.3.- Cuestionario realizado a los alumnos

En este apartado se exponen y analizan los resultados obtenidos correspondientes a los cuestionarios que los alumnos cumplimentaron una vez finalizada la sesión práctica en clase con el *Laboratorio virtual Phet*. Este cuestionario, como ya se ha indicado, estaba relacionado con el objetivo nº 3 del trabajo.

Con respecto a los resultados obtenidos en la primera cuestión propuesta, la mayoría de los alumnos, un 70% ha mostrado un manifiesto interés por el uso de recursos tecnológicos en clase mientras que un 28% lo ha considerado poco interesante.

En cuanto al uso de *Phet*, en la cuestión nº 2, más de la mitad de los encuestados, un 61%, ha considerado que la aplicación le ha servido para comprender mejor la práctica propuesta y un 34% ha considerado que también le ha servido pero no demasiado. El Gráfico nº 4 muestra los resultados analizados.

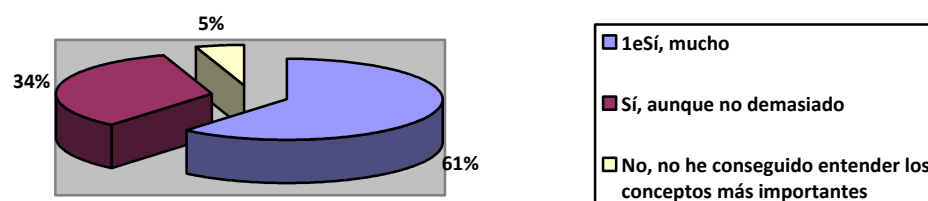


Gráfico nº. 4. Comprensión de la materia con el uso de *Phet*.

Los resultados de la cuestión nº 3, en relación a la eficacia de las prácticas en el simulador, muestran que casi la mitad de los alumnos, un 48%, considera que las prácticas realizadas a través de un laboratorio virtual son iguales de eficaces que las llevadas a cabo en un laboratorio real. Es interesante destacar que el 94% sí considera que las prácticas son eficaces, ya sean en laboratorio virtual o real.

Lo más destacable de los resultados de la cuestión nº 4 ha sido que todos fueron capaces de manejar las diferentes aplicaciones disponibles en el simulador.

En relación a la cuestión nº 5, acerca de *Phet*, prácticamente todos los alumnos coinciden en que las clases son más interesantes cuando en ellas se emplean recursos tecnológicos, con los que ellos están habituados en su vida diaria. El resultado de la cuestión nº 6 era, en cierto modo, previsible ya que los alumnos habían manifestado antes de empezar su sorpresa por el empleo de ordenador en clase.

La cuestión nº 7, indica que una amplia mayoría de los alumnos, un 79%, considera que las materias de ciencias deberían tratarse de manera teórica y práctica en la misma proporción. Ninguno de los encuestados consideró conveniente reducir el número de sesiones prácticas.

Al tratarse de una pregunta abierta, la nº 8, las respuestas han sido muy variadas aunque no muy dispares entre sí, ya que muchos de ellos han plasmado en sus respuestas la necesidad de realizar más prácticas en las clases de ciencias. El empleo en ellas de recursos tecnológicos ha sido una novedad que hasta ahora desconocían, pero que, en función de los resultados mostrados en las cuestiones anteriores y las que en esta se han vertido, consideran deberían repetirse ya que les motiva mucho la idea de usar la informática como herramienta en su aprendizaje.

En cuanto a la última cuestión planteada, la nº 9, entre aquellos aspectos que menos les han gustado, la mayoría ha respondido que el laboratorio virtual no dispone de muchas aplicaciones específicas de Biología y Geología y, por el contrario, sí dispone de numerosas prácticas para las asignaturas de Física y Química o Matemáticas.

## 5.- DISCUSION

Una vez mostrado los resultados obtenidos en el trabajo de campo se procede a la discusión de los mismos. Para ello se toma como referencia diferentes estudios llevados a cabo por autores conocedores de la materia. Muchos de estos estudios están centrados en el uso de recursos tecnológicos en el aula en general pero no en el estudio de laboratorios virtuales específicos para la asignatura de Biología y Geología. Ello no impide que se pueda llevar a cabo un análisis de resultados centrado en los aspectos más relevantes. La presentación a los alumnos y profesores encuestado del *Phet interactive simulation* ha sido novedoso para ellos, ya que hasta ahora, así lo manifestaron, no lo conocían.

La incorporación en las aulas de los recursos tecnológicos disponibles con finalidad didáctica sigue siendo aún muy deficiente si se atiende a los resultados obtenidos en el estudio. El nivel formativo de los profesores responsables de su aplicación y manejo en las aulas se presenta en la misma relación. Estos resultados se manifiestan en proporción a los indicados por autores como López (2007), que afirma que los profesores no disponen aún de recursos suficientes que les permitan adaptarse a la nueva realidad tecnológica. En la misma línea Fernández Martín, Hinojo Lucena y Aznar Díaz (2002) indican que la formación del docente debe mejorar en relación al manejo de las Nuevas Tecnologías con finalidad didáctica. La actitud del docente ante el proceso de alfabetización digital debe ser positiva, ya que de lo contrario la denominada “brecha digital” seguirá estando presente en las aulas.

Esta actitud, en ocasiones reacia, ante la utilización de estos recursos viene determinada por la escasa confianza que los profesores muestran con respecto a sus alumnos, a los que consideran mejor adaptado a la nueva realidad. En este sentido los resultados ponen de manifiesto que la formación continua de los profesores en el uso y aplicación de TIC en el aula es muy necesaria. Así, Valdés, Arreola, Angulo, Martínez y García (2012) sostienen que es la falta de confianza una de las principales razones por las que no se lleva a cabo la utilización de estos recursos.

Sin embargo, los docentes que sí han incorporado estos recursos a su metodología consideran que éstos contribuyen de forma positiva a la didáctica de la materia. Autores como Cabero (2007) se postulan en este sentido al considerar que las TIC ofrecen numerosas aportaciones a la didáctica de las ciencias. Estos resultados, sin embargo, contradicen a otros autores como Rodríguez (2009) y Pérez (2003, citado

por López, 2007) que mantienen que los inconvenientes de las TIC en clase son mayores que las ventajas que éstas puedan ofrecer al docente.

Tras la utilización de *Phet interactive simulations*, los profesores encuestados presentaron una actitud muy positiva y la mayoría consideraba que la incorporación de estas TIC en el aula eran ya algo inevitable. Esta actitud se manifiesta en relación con los resultados que aportan autores como Vázquez (2007) quien defiende que es inevitable la incorporación de estos recursos en el aula debido a las numerosas ventajas que ofrecen. En la misma dirección se manifiesta Rosado (2007) al plantear que las nuevas tecnologías aplicadas a la educación son ya una realidad inevitable. Así, algunos autores como Morcillo (2006), ya citado en este documento, respalda la necesidad de adaptar las aulas a la realidad exterior en la que los alumnos conviven.

Sin embargo los profesores son conscientes del efecto que el uso de estos recursos en clase produce en sus alumnos. Así lo han manifestado en la entrevista personal llevada a cabo con la tutora, la cual ha observado que en los alumnos aumenta la motivación y el interés por la materia tratada. Estas mismas conclusiones han sido ya expresadas por autores como Rodríguez (2009) quien considera además que las TIC producen mayor interactividad entre profesores y alumnos.

Los alumnos, en este sentido, muestran una actitud muy positiva frente al uso de recursos tecnológicos en el aula. Así lo han manifestado los encuestados tras la utilización del *Laboratorio virtual*. Cuando se les ha preguntado sobre la efectividad del simulador la mayoría ha manifestado entender su funcionamiento y servirle en la comprensión de la práctica propuesta. Estos resultados vienen a corroborar estudios como los llevados a cabo por Maneses (2008) que establece que las nuevas demandas educativas no serán eficaces sin la incorporación de estos recursos al aula. Así mismo Vázquez (2009) sostiene que los alumnos tienen una disposición muy interesante ante la comprensión de aplicaciones digitales. Por ello, su utilización en clase debe ser canalizada convenientemente y con una finalidad didáctica concreta, para obtener el mayor rendimiento educativo posible. En relación a ello, Sancho (2009) plantea que estos recursos tecnológicos deben dar el paso de ser recursos TIC a ser recursos TAC.

## 6.- PROPUESTA PRÁCTICA

Una vez realizado la revisión bibliográfica y webgráfica de los recursos TIC disponibles así como las características de las mismas, tras haber analizado los resultados obtenidos mediante los cuestionarios realizados a profesores y alumnos y tras haber valorado las respuestas emitidas por la profesora en la entrevista personal, se plantea una propuesta práctica que considere los diferentes aspectos tratados en el estudio así como las aportaciones necesarias para su mejora.

En base a ellos se propone la elaboración de un listado de *Laboratorios virtuales*, destinado principalmente a las materias propias de las Ciencias de la naturaleza, que incluya aquellas prácticas necesarias para la etapa Secundaria Obligatoria. Tras haberse consultado los laboratorios disponibles en la web de acceso libre, entre ellos *VlabQ*, *Virtual Laboratory*, *Live Chem*, *Model Chemlab* o *Quililab* (Cataldi *et al.*, 2011 citado por Morales, 2012), prácticamente todos están diseñados para la realización de prácticas de laboratorios de Física, Química o Matemática. *Phet interactive simulations*, es uno de los pocos encontrados en la red que ofrece la posibilidad de llevar a cabo diferentes simulaciones prácticas para Biología y Geología, aunque dichas prácticas no son tan completas como las propuestas para las otras asignaturas antes mencionadas.

Por otra parte se propone en este apartado la posibilidad de que los profesores puedan evaluar los laboratorios propuestos. Para ello se propone redactar un cuestionario que incluya aquellas cuestiones que permitan poder llevar a cabo una evaluación de los citados *Laboratorios virtuales* para cada curso de la etapa de secundaria. El cuestionario se incluye en Anexo nº 4.

La relación de Laboratorios virtuales o simuladores propuestos, por curso de la etapa de ESO son los que se citan a continuación (Álvarez, 2014).

1º ESO: para la asignatura Ciencias de la Naturaleza, los alumnos pueden utilizar:

- ✓ **La ventana de Hoke** ([http://recursostic.educacion.es/apls/informacion\\_didactica/162](http://recursostic.educacion.es/apls/informacion_didactica/162)). Se trata de una aplicación interactiva entorno a la historia y aplicación del microscopio.

- ✓ **La célula eucariota**  
([http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esobiologia/4quincena5/4quincena5\\_contenidos\\_7a.htm](http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esobiologia/4quincena5/4quincena5_contenidos_7a.htm)). Simulador centrado en el contenido de la célula.

- ✓ **Árboles**  
(<http://ntic.educacion.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem2005/arboles/>). Animación destinada al conocimiento y estudio de especies arbóreas.

2º ESO: La asignatura se denomina Ciencias de la naturaleza.

- ✓ **Iniciación interactiva a la materia**  
([http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93\\_iniciacion\\_interactiva\\_materia/cursos/](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/cursos/)). Aplicación multimedia dedicada al mundo de la materia (ya la asignatura CCNN incluye contenidos de Física y Química).

- ✓ **El Reino Vegetal**  
([http://ntic.educacion.es/w3/eos/MaterialesEducativos/primaria/conocimiento/reino\\_vegetal/](http://ntic.educacion.es/w3/eos/MaterialesEducativos/primaria/conocimiento/reino_vegetal/)). Dispone de los contenidos necesarios para que el alumno comprenda el Reino Vegetal.

- ✓ **Laboratorio Virtual Ibercaja.**  
(<http://www.ibercajalav.net/actividades.php?codopcion=2252&codopcion2=2257&codopcion3=2257>). Pertenece a la Obra Social de Ibercaja, y en él se puede encontrar un amplio catálogo de actividades y simulaciones diferenciadas por materia.

3º ESO: la asignatura en este curso se denomina Biología y Geología.

- ✓ **The virtual microscope** (<http://virtual.itg.uiuc.edu/>). Aplicación de la NASA que permite observar imágenes aceleradas de mitosis o desarrollos embrionarios.

- ✓ **Nuestro cuerpo en un click**  
([http://ntic.educacion.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem2007/nuestro\\_cuerpo\\_click\\_interactiva/](http://ntic.educacion.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem2007/nuestro_cuerpo_click_interactiva/)). Se trata de un simulador donde el alumno puede ver de manera virtual el funcionamiento de las diferentes partes de cuerpo.

- ✓ **Biology in motion.** (<http://www.biologyinmotion.com/index.html>). Permite comprobar el efecto de mutaciones en una población tras varias generaciones.

4º ESO: la asignatura se denomina también Biología y Geología.

- ✓ **DNA Learning Center de Nueva York** (<http://www.dnalc.org/>). Se trata de un tutorial interactivo sobre el DNA donde, a través de simulaciones, se puede conocer cómo obtener células embrionarias, huellas genéticas, la acción del PCR, etc.
- ✓ **Climatic** (<http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material093/>). Aplicación destinada al conocimiento de la atmósfera terrestre.
- ✓ **Los Terremotos.** ([http://www.sciencecourseware.com/eec/Earthquake\\_es/](http://www.sciencecourseware.com/eec/Earthquake_es/)). Forma parte del proyecto *Virtual Courseware*. Se trata de un laboratorio interactivo en el que se utilizan mapas, sismogramas, etc. Los alumnos realizan observaciones y mediciones, para su posterior análisis.

## 7.- CONCLUSIONES

Tras el análisis de los datos obtenidos en la muestra estudiada en relación a los estudios disponibles cabe destacar las que se citan a continuación:

En relación al objetivo central del estudio, relativo al análisis de la herramienta *Laboratorios Virtuales* y su conveniencia en aula de 4º de Secundaria Obligatoria se puede concluir que este recurso didáctico aporta numerosas ventajas tanto para profesores como para los alumnos. Entre las más destacadas cabe citar la interacción entre educador y educando, a través de la aplicación interactiva, la capacidad motivadora, que en general aportan las TIC a los alumnos, o el interés mostrado por los alumnos. Además puede emplearse como complemento en las sesiones prácticas en situaciones en las que no sea posible el uso del laboratorio físico. En base a ellos se puede considerar que la aplicación interactiva puede ser un recurso muy adecuada para 4º de Secundaria, en la asignatura de Biología y Geología.

En cuanto a las características más importantes de los Laboratorios Virtuales, tanto profesores como alumnos han mostrado una actitud positiva ante su utilización en clase, siendo mayor la apreciada en los alumnos que en los profesores, en parte debido a la denominada “brecha digital” entre profesor y alumno.

La intervención educativa en clase con los alumnos de 4º mostró que el *Phet* puede ser una herramienta educativa a tener en consideración en sesiones prácticas con los alumnos, aunque sin dejar de lado el uso del laboratorio físico al que los alumnos dan una relevante importancia en sus clases de ciencias. El simulador, en este sentido, ha satisfecho las expectativas de los alumnos sobre los que se ha utilizado ya que a todos les resultó muy interesante llevar a cabo prácticas frente al ordenador.

En la red existen numerosas aplicaciones de acceso libre que pueden ser utilizadas como Laboratorios Virtuales. Es verdad que la mayoría están diseñadas para materias como la Física, Química o Matemática, y son muy pocas las disponibles para las Ciencias naturales en general. No obstante se puede encontrar numerosas webs, simuladores o videotecas a las cuales el profesor puede acceder y emplear como recurso complementario en sus clases de Ciencias.



## 8.- LIMITACIONES DEL TRABAJO

Han sido varias las limitaciones que se han puesto de manifiesto en el desarrollo del presente estudio. Por un lado hay que destacar una limitación temporal, ya que el presente Trabajo Fin de Master ha dispuesto de poco más de un mes y medio, seis semanas concretamente, para su elaboración. Durante este tiempo se ha llevado a cabo el estudio de la revisión bibliográfica disponible, la toma de datos en campo, el análisis de los mismos y la posterior redacción del texto.

En cuanto a la muestra sobre la que se ha llevado a cabo el citado trabajo de campo hay que indicar que ha sido discreta e intencionada por lo que los resultados mostrados en este documento deben ser tratados teniendo en cuenta dicha limitación. Además, la coincidencia en la toma de datos con la recta final del curso ha condicionado aún más la muestra de estudio.

En cuanto al laboratorio estudiado, *Phet* ha presentado muchas dificultades de uso ya que su diseño está más centrado en otras materias como la Física o la Química que en las propias de las Ciencias de la naturaleza.

Las Bibliografía usada para este estudio se ha limitado también a recursos de acceso libre, mayoritariamente procedentes de fuentes electrónicas debido a la imposibilidad física y temporal de consultar bibliotecas más públicas.

## 9.- LÍNEAS DE INVESTIGACION FUTURA

Una vez analizado los recursos TIC *Laboratorios Virtuales* disponibles en la red se ha observado que la mayoría de éstos han sido diseñados principalmente para otras disciplinas como las descritas anteriormente, y no para el caso concreto de Biología y Geología. Los analizados muestran diferentes aplicaciones que pueden emplearse en asignaturas de Biología y Geología, pero con numerosas limitaciones, aspecto que no ocurre con las diseñadas para Física o Química.

En base a ellos una línea de investigación futura puede ser el diseño de un simulador o *Laboratorio Virtual* específico para las materias propias de las Ciencias de la naturaleza, en las que tanto alumnos como profesores puedan llevar a cabo sesiones prácticas de laboratorio frente a un ordenador.

Para ello sería conveniente llevar a cabo un estudio de las necesidades de cada curso así como de las preferencias de alumnos y profesores para que el diseño de la futura aplicación cumpla las expectativas de los diferentes agentes que van a utilizarla en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje.

## 10.- BIBLIOGRAFÍA

### 10.1.- Referencias Bibliográficas

1. Acevedo, J.A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*. Vol. (1), 3-16. Recuperado el 15 de Abril de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=92010102>.
2. Álvarez, S. (2014). *Recursos didácticos de la especialidad*. Universidad Internacional de la Rioja. Material no editado.
3. Baigorri, V. (2010). Las Tic en la Educación Secundaria. *Pedagogía Magna*, (5) 170-174.
4. Buendía, L. & Berrocal, E. (2001). *La ética en la investigación educativa*. Universidad de Granada. Granada. Recuperado el 7 de Abril de <http://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/6606>.
5. Caamaño, A., Carrascosa, J., & Oñorbe, A. (1992). Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. *Revista Aula de innovación educativa*, 9, 61-68.
6. Cabero, J. (2007). *Tecnología educativa*. Editorial McGrawHill. Recuperado el 22 de Marzo de [http://msec.unir.net/cursos/msec\\_per19\\_bg\\_rd/?ag=&id tarea=](http://msec.unir.net/cursos/msec_per19_bg_rd/?ag=&id tarea=).
7. Casemeiro, P. (2010). La importancia de las clases prácticas para el alumnado en Biología y Geología. *Innovación y experiencias educativas* (27), 1-8. Recuperado el 22 de Abril de [http://www.csicif.es/andalucia/modules/mod\\_ense/revista/pdf/Numero\\_27/PATRICIA\\_CASERMEIRO\\_2.pdf](http://www.csicif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_27/PATRICIA_CASERMEIRO_2.pdf).
8. Cataldi, Z., Chiarenza, D., Dominighini, C., Donnamaría, M. C., & Lage, F. J. (2010). TICs en la enseñanza de la química. *In XII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*. Recuperado el 21 de Abril de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/19621>.

9. Decreto 231/2007 de 31 de julio, *por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas correspondientes a la educación secundaria obligatoria en Andalucía*. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, 8 de agosto de 2007.
10. Fernández, M.T., Herreras, M.V., Asensio, M.A. & Gregori, X. (2007). Experiencias del uso de las TIC en el aula de Biología y Geología de 3ª de ESO. *I Congreso Internacional Escuela y TIC. IV Forum Novadors*.
11. Fernández, F.D., Hinojo, F.J. & Aznar, I. (2002). Las actitudes de los docentes hacia la formación en tecnologías de la información y comunicación (TIC) aplicadas a la educación. *Contextos educativos*, 5, 253-270. Recuperado el 11 de Abril de [www.dialnet.es](http://www.dialnet.es).
12. Fernández, P., Salvatierra, A., González, J. & Mandado, E. (2009). El Aprendizaje Activo Mediante la Autoevaluación Utilizando un Laboratorio Virtual. *IEEE-RITA*, 4(1), 53-62. Recuperado el 28 de marzo de <http://rita.det.uvigo.es/200902/uploads/IEEE-RITA.2009.V4.N1.A8.pdf>.
13. González, M.E. (2007). Los trabajos prácticos en la construcción del conocimiento en Química. *Anales de la Real Sociedad Española de Química* (No. 3, pp. 54-58). Real Sociedad Española de Química. Recuperado el 19 de Abril de [www.dialnet.es](http://www.dialnet.es).
14. Izquierdo, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (1), 45-59.
15. Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de *Educación*. Boletín Oficial del Estado 106, de 4 de mayo de 2006.
16. Marqués, P. (2012). *Impacto de las TIC en la educación: Funciones y limitaciones*. Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación, UAB. Barcelona.
17. Martínez, P. (2010). Química de Bachillerato y Laboratorios virtuales. *II Jornadas sobre la enseñanza de las ciencias y las ingenierías*. Recuperado el 1 de Abril de [http://www.murciencia.com/upload/comunicaciones/37\\_quimica\\_laboratorios\\_virtuales.pdf](http://www.murciencia.com/upload/comunicaciones/37_quimica_laboratorios_virtuales.pdf).

18. Meneses, J., Monimó, J.M. & Sigalés, C. (2008). *La escuela en la sociedad Red. Internet en la educación primaria y secundaria*. Barcelona. Ed. Ariel.
19. Morales Vargas, M.V. (2012). *El uso de los laboratorios virtuales en la asignatura de Química de 2º de Bachillerato*. Universidad Internacional de la Rioja. Trabajo Fin de Máster. Madrid.
20. Morcillo, J. G., García García, E., López García, M., & Mejías Tirado, N. E. (2006). Los laboratorios virtuales en la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra: los terremotos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 14(2), 150-156. Recuperado el 21 de Abril de <http://europa.sim.ucm.es/compludoc/AA?articuloId=551244>.
21. Moya, A.M. (2007). Las nuevas tecnologías en la educación. *Innovación y experiencias educativas*, 24, 1-9.
22. Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, *por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria*. Boletín Oficial del Estado, 5 de enero de 2007.
23. Rosado, J. & Herreros, J.R. (2007). Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física. Recent Research Developments in Learning Technologies, 1-5. Recuperado el 19 de Abril de <http://engage.intel.com/servlet/JiveServlet/previewBody/31304-102-1-38176/aportaciones%20did%C3%A1ctica%20de%20los%20laboratorios%20virtuales%20%20en%20la%20ense%C3%B1anza%20de%20la%20of%C3%ADsica.pdf>.
24. Sanmartí, N. & Izquierdo, M.M. (2002). Cambio y observación en la enseñanza de las ciencias ante las TIC. *Las tecnologías de la información y de la comunicación en la escuela*. N°84, 31-44. Recuperado el 29 de Marzo de [www.dialnet.unirioja.es](http://www.dialnet.unirioja.es)
25. Séré, M. G. (2002). La enseñanza en el laboratorio¿ Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia?

*Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 20(3), 357-368. Recuperado el 13 de Abril de <http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v20n3p357.pdf>.

26. Sancho, J.M. (2008). De TIC a TAC, el difícil tránsito de una vocal. *Investigaciones en la escuela*, 46, 19-30. Recuperado el 26 de Abril de [http://www.investigacionenlaescuela.es/articulos/64/R64\\_2.pdf](http://www.investigacionenlaescuela.es/articulos/64/R64_2.pdf).
27. Valdés, A. A., Arreola, C. G., Angulo, J., Carlos, E. A., & García, R. I. (2012). Actitudes de docentes de educación básica hacia las TIC. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, 3(6). Recuperado el 15 de Mayo de <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/MAGIS/article/view/3546>.
28. Vázquez, C. (2009). Los Laboratorios Virtuales. *Innovación y experiencias educativas*, (5), 1-11. Recuperado el 14 de Abril de [http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod\\_ense/revista/pdf/Numero\\_20/CARLOS\\_VAZQUEZ\\_SALASo1.pdf](http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_20/CARLOS_VAZQUEZ_SALASo1.pdf).

## 10.2.- Bibliografía complementaria

1. Aguaded Gómez, J. I., & Tirado Morueta, R. (2008). Los centros TIC y sus repercusiones didácticas en primaria y secundaria en Andalucía. *Educación*. Nº 41, pág. 61-90 (2008). ISSN 0211-819X. Recuperado el 5 de Abril de <http://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/6314>.
2. Álvarez, S. M., & Carlino, P. (2004). La distancia que separa las concepciones didácticas de lo que se hace en clase: el caso de los trabajos de laboratorio en biología. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 251-262. Recuperado el 2 de Abril de [http://132.248.239.10/programas/anteriores/curso\\_taller/EMAyCIT/archivos/Alvarez.pdf](http://132.248.239.10/programas/anteriores/curso_taller/EMAyCIT/archivos/Alvarez.pdf).
3. Almenara, J. C. (2004). Las TICs como elementos para la flexibilización de los espacios educativos: retos y preocupaciones. *Comunicación y Pedagogía. Revista de Nuevas Tecnologías y Recursos Didácticos*, 194, 13-19. Recuperado el 6 de Abril de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=929528>.

4. Anta-Cabreros, C. (2010). Recursos virtuales de Ciencias Experimentales dirigidos a los niveles educativos no universitarios (II). *Quaderns Digitals*, 62. Recuperado el 9 de Abril de <http://eprints.rclis.org/14994/>.
5. Area, M. (2004). Las tecnologías de la información y comunicación en el sistema escolar. Una revisión de las líneas de investigación. *Relieve* v. 11, nº1. Recuperado el 1 de Abril de [http://www.uv.es/RELIEVE/v11n1/RELIEVEv11n1\\_1](http://www.uv.es/RELIEVE/v11n1/RELIEVEv11n1_1).
6. Area, M. (2005). Las tecnologías de la información y comunicación en el sistema escolar. Una revisión de las líneas de investigación. *Relieve*; v.11, nº.1, 3-25. Recuperado el 28 de Marzo de [http://www.uv.es/RELIEVE/v11n1/RELIEVEv11n1\\_1](http://www.uv.es/RELIEVE/v11n1/RELIEVEv11n1_1).
7. Area, M. (2008). Innovación pedagógica con TIC y el desarrollo de las competencias informacionales y digitales. *Investigación en la escuela*, 64, 5-18. Recuperado el 29 de Marzo de [http://manarea.webs.ull.es/articulos/art16\\_investigacionescuela.pdf](http://manarea.webs.ull.es/articulos/art16_investigacionescuela.pdf).
8. Borello, M. (2009). Educación y TIC. Líneas para caracterizar sus relaciones. *In. Anales del IV Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*. Recuperado el 11 de Abril de <http://tevet-revista.info.unlp.edu.ar/nuevo/files/No5/TEYET5-arto2.pdf>.
9. Cataldi, Z., Donnamaría, M. C., & Lage, F. J. (2009). Didáctica de la química y TICs: Laboratorios virtuales, modelos y simulaciones como agentes de motivación y de cambio conceptual. *In IV Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*. Recuperado el 10 de Abril de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/18979>.
10. Carrasco, J. B., & Hernández, J. F. C. (2000). *Aprendo a investigar en educación*. Madrid. Ediciones Rial.
11. Coca, D. M. (2013). Cambio motivacional realizado por las TIC en los alumnos de secundaria de física. *Miscelánea Comillas. Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 70(136), 199-224. Recuperado el 3 de Abril de

<https://revistas.upcomillas.es/index.php/miscelaneacomillas/article/view/724/600>

12. Coscollado, M.D. (2010). Innovación educativa: experimentar con las TIC y reflexionar sobre su uso. *Pixel-Bit, revista de medios y educación*, nº36, 171-180. Recuperado el 18 de Marzo de <http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n36/13.pdf>.
13. Coscollado, M. D., & Agustó, M. F. (2010). Innovación educativa: experimentar con las TIC y reflexionar sobre su uso. *Píxel-Bit. Revista de medios y educación*, 36, 171-180. Recuperado el 6 de Abril de <http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n36/13.pdf>.
14. Cué, J. L. G., Rincón, J. A. S., & García, C. M. A. (2009). Uso de las TIC de acuerdo a los estilos de aprendizaje de docentes y discentes. *Revista Iberoamericana de educación*, 48(2), 2. Recuperado el 10 de Abril de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2783834>.
15. Delgado, M., Arrieta, X., & Riveros, V. (2009). Uso de las TIC en educación, una propuesta para su optimización. *Omnia*, 15(3), 58-77. Recuperado el 14 de Abril de <http://132.248.9.34/hevila/OmniaMaracaibo/2009/vol15/no3/4.pdf>.
16. Díaz, I. A., Reche, M. P. C., & Lucena, F. J. H. (2005). El impacto de las TICS en la sociedad del milenio: nuevas exigencias de los sistemas educativos ante la “alfabetización tecnológica”. *Publicación en línea*, 2(4). Recuperado el 11 de Abril de [http://www.cursosdred.es/php/cursos/sc\\_formador\\_formadores/modulo3/unidad1/ampliar/ELIMPACTO\\_delas\\_tic.pdf](http://www.cursosdred.es/php/cursos/sc_formador_formadores/modulo3/unidad1/ampliar/ELIMPACTO_delas_tic.pdf).
17. Diego-Rasilla, F.J. (2007). La investigación-acción como medio para innovar en las ciencias experimentales. *Puls*, 30, 103-118. Recuperado el 29 de Abril de 2014 de <http://dspace.uah.es/dspace/handle/10017/5168>.
18. Enríquez, S.C. (2013). Luego de las TIC, las TAC. *II Jornadas nacionales de TIC e innovaciones en las aulas*. Recuperado el 23 de Abril de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/26514>.



19. Ferras-Ferras, M., & Tamayo-Rodríguez, I. (2012). Las TIC en las instituciones educativas: etapas en su utilización. *Ciencias Holguín*, 18(3), 61-70. Recuperado el 16 de Abril de <http://www.ciencias.holguin.cu/index.php/cienciasholguin/article/view/674/546>.
20. García, M. L., & Ortega, J. G. M. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 562-576. Recuperado el 1 de Abril de [ftp://189.84.217.35/Cursos/EngenhariaEletrica/Hans/Pos\\_EPT/Wan/Las%20TIC%20en%20la%20enseñanza%20de%20la%20Biología%20A%20RT5\\_Vol6\\_N3.pdf](ftp://189.84.217.35/Cursos/EngenhariaEletrica/Hans/Pos_EPT/Wan/Las%20TIC%20en%20la%20enseñanza%20de%20la%20Biología%20A%20RT5_Vol6_N3.pdf).
21. García-Beltrán, A., Martínez, R., Jaén, J. A., & Tapia, S. (2006). La autoevaluación como actividad docente en entornos virtuales de aprendizaje/enseñanza. *Revista de Educación a Distancia*, 5(6), 15. Recuperado el 4 de Abril de [http://www.um.es/ead/red/M6/garcia\\_beltran.pdf](http://www.um.es/ead/red/M6/garcia_beltran.pdf).
22. Gómez Ruiz, M. (2013). *Análisis de diferentes metodologías con el uso de las TIC en el aula* (Trabajo Fin de Master). Universidad de Almería, 25-28. Recuperado el 26 de Marzo de <http://repositorio.ual.es/jspui/handle/10835/1996#.UxxRLmyPJdg>.
23. Ibáñez, J. S., & de la Educación, D. C. (1999). Uso educativo de las redes informáticas. *Educación*, 25, 81-92. Recuperado el 12 de Abril de <http://ddd.uab.cat/pub/educar/0211819Xn25p81.pdf>.
24. Lorenzo, M. (2013). *El uso de los laboratorios virtuales para la enseñanza-aprendizaje de ciencias de la naturaleza en 2º de ESO* (Trabajo Fin de Máster). Universidad Internacional de la Rioja. A Coruña. Recuperado el 14 de abril de <http://reunir.unir.net/handle/123456789/1485>.
25. Martí, A. G., & Villalba, M.C. (2003). TIC en la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Comunicación y pedagogía: Nuevas tecnologías y recursos didácticos*, (190), 39-44. Departamento de Física Aplicada, Universidad de Alicante. Recuperado el 30 de Marzo de

[http://albertgrasmarti.org/agm/recerca-divulgacio/TIC\\_EnsCC\\_Exp\\_M-12ComPedag2003.pdf](http://albertgrasmarti.org/agm/recerca-divulgacio/TIC_EnsCC_Exp_M-12ComPedag2003.pdf).

26. Méndez-Estrada, V. H., Rivas, M., & Monge-Nájera, J. (1999). Estructura y formato de tres laboratorios virtuales de biología: la experiencia de estudiantes a distancia evaluada con estadística inferencial. *Memoria X Encuentro Iberoamericano de Educación Superior a Distancia: El estudiante de la educación a distancia en la perspectiva de un nuevo milenio*, San José, 21 al 23 de julio 1993.
27. Moreira, M. A. (2008). Innovación pedagógica con TIC y el desarrollo de las competencias informacionales y digitales. *Investigación en la Escuela*, 64, 5-18. Recuperado el 28 de Marzo de [http://manarea.webs.ull.es/articulos/art16\\_investigacionescuela.pdf](http://manarea.webs.ull.es/articulos/art16_investigacionescuela.pdf).
28. Moreira, M. A., Cepeda, O., Salamanca, D. G., & Sanabria, A. L. (2011). Un análisis de las actividades didácticas con TIC en aulas de educación secundaria. *Pixel-Bit: Revista de medios y educación*, (38), 187-199. Recuperado el 28 de Marzo de <http://www.sav.us.es/pixelbit/actual/15.pdf>.
29. Nájera, J. M., & Estrada, V. H. M. (2007). Ventajas y desventajas de usar laboratorios virtuales en educación a distancia: la opinión del estudiantado en un proyecto de seis años de duración. *Revista Educación*, 31(1), 91-108. Recuperado el 2 de Abril de <http://www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/view/1255>.
30. Orellana, E. R., Hernández, I. C., Linuesa, M. C., Martín, J. J., & Domínguez, J. M. (2011). Un estudio sobre internet en las aulas. ¿Qué nos dicen los profesores de secundaria sobre el uso de estos recursos en sus prácticas?. *Revista Iberoamericana de Educación*, 56(1), 8. Recuperado el 5 de Abril de <http://www.rieoei.org/deloslectores/3971Ramirez.pdf>.
31. Perelló, D. (2012). Tic´s y Biología en ESO. Análisis de su uso y propuesta de mejora (Trabajo Fin de Máster). Universidad de Valladolid. Valladolid. Recuperado el 19 de Marzo de <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/2662>.
32. Piassentini, M.J. & Ocelli, M. ( 2012). Caracterización de Laboratorios Virtuales para la enseñanza de la Ingeniería Genética. *Memorias de las X Jornadas*

- Nacionales y V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*. Villa Giardino. Córdoba: Asociación de Docentes de Ciencias Biológicas de la Argentina. ISBN (Vol. 978, No. 987, p. 21701). Recuperado el 21 de Abril de <http://www.proy.bioweb-educa.efn.uncor.edu/wp-content/uploads/2013/09/2012.-X-Jor-Nac-V-Cong-Internac-Ens-Bio.-Piassentini-Ocelli.-Caracterizacion-de-laboratorios-virtuales....pdf>.
33. Pons, J.P. (2009). *Tecnología educativa. La formación del profesorado en la era de Internet*. Ed. Aljibe. Recuperado el 25 de Marzo de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=395575>.
34. Rodríguez, E.M. (2009). Ventajas e inconvenientes de las TIC en las aulas. *Cuadernos de educación y desarrollo*. Vol. 1, nº9, 1-5.
35. Sánchez, B. P., & Madriz, F. S. (2009). Hallazgos en investigación sobre el profesorado universitario y la integración de las TIC en la enseñanza. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 9(1), 1-25. Recuperado el 2 de Abril de <http://www.latindex.ucr.ac.cr/aie-2009-1/aie-9-1-05.pdf>.
36. Sandín, M.P. (2003). *Investigaciones cualitativas en educación: fundamentos y tradiciones*. Madrid. Ed. McGrawHill.
37. Solbes, J., Souto, X., Traver, N., Jardón, P., & Ramírez, S. (2004). Visión del alumnado de las TIC y sus implicaciones sociales. *Investigación en la Escuela*, (54), 81-91. Recuperado el 15 de Marzo de [http://europa.sim.ucm.es/compludoc/GetSumario?r=/S/10502/02137771\\_1.htm&zfr=](http://europa.sim.ucm.es/compludoc/GetSumario?r=/S/10502/02137771_1.htm&zfr=).
38. Valcárcel, A. G., & Rodero, L. G. (2003). *Uso pedagógico de materiales y recursos educativos de las TIC: sus ventajas en el aula*. Departamento de Didáctica y Organización de la Universidad de Salamanca. 4-47. Recuperado el 19 de Abril de <http://cmapspublic.ihmc.us/rid=1JZX5RZ34-9T1QX-1DQ3/USO%20PEDAG%C3%93GICO%20TICS%20EN%20EL%20AULA.pdf>.

## 11.- ANEXOS

### 11.1.- Anexo nº. 1. Entrevista a profesores

#### **ENTREVISTA A LA PROFESORA TITULAR DE BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA DE 4º DE ESO.**

##### **1.- ¿Qué asignaturas impartes en el centro y en qué cursos?**

Respuesta: *En el centro imparto ciencias de la naturaleza en 1º de ESO, 2º de ESO y Biología y Geología a 4º de ESO. En bachillerato imparto Biología a 2º.*

##### **2.- ¿Desde cuando trabajas como docente en este centro?**

Respuesta: *este año cumpla 15 años como profesora en el centro. Anteriormente estuve 2 años en otro centro concertado de otra localidad.*

##### **3.- ¿Que nivel de formación tienes en el manejo de recursos didácticos tecnológicos?**

Respuesta: *Mi nivel de formación puede ser calificado como medio ya que no es muy superior ni inferior al que tienen otros profesores del centro.*

##### **4.- ¿Llevas a cabo alguna formación continua para mejorar tu formación?**

Respuesta: *En relación a las TIC nunca he asistido a ningún curso homologado, lo que sé lo he aprendido por mi cuenta, leyendo artículos, buscando en internet, etc.*

##### **5.- ¿Qué tipos de recursos tecnológicos empleas en tus clases?**

Respuesta: *En mis clases sólo utilizo proyector y, en determinadas ocasiones mediante la conexión a internet, planteo a mis alumnos de Secundaria algún blog para que vean imágenes en color, videos, etc.*

##### **6.- Además de usar las TIC con los alumnos, ¿Las utilizas para preparar tus clases? Indique cómo.**

Respuesta: *Para preparar las clases sí utilizo mucho internet, ya que muchas de la información que doy a los alumnos es complementaria a la que ofrece el manual.*

##### **7.- ¿Que le aporta a usted el uso de medios tecnológicos en sus clases?**

Respuesta: *A decir verdad casi prefiero el libro de texto y el proyector para las presentaciones con power point y poco más. Cuanto más tecnológico sea el recurso más complicado se hace todo para el profesor.*

##### **8.- ¿Cómo cree que influye en sus alumnos el uso de estos recursos?**

Respuesta: *A ellos, sin embargo, les encanta todo lo que esté relacionado con la informática e internet. Se les ve más animado y motivado cuando lo he utilizado con ellos.*

**9.- Describa que ventajas e inconvenientes considera que tienen las TIC en el aula.**

Respuesta: *La principal ventaja es que los alumnos muestran mucho más interés en las clases y eso a los profesores nos motiva a trabajar más intensamente con ellos, sin embargo son muchos los inconvenientes: por un lado, requiere de mucho tiempo para preparar cualquier presentación o actividad con ellos. Además, no domino mucho los recursos existentes, por lo que todo se hace más complicado aún.*

**10.- Considera usted que *Phet interactive simulations* puede ser un recurso que sustituya al laboratorio físico para las clases prácticas.**

Respuesta: *No solemos hacer muchas prácticas en laboratorio porque el centro sólo dispone de uno, que además es pequeño. Estas aplicaciones puede ser un recurso alternativo al laboratorio, aunque creo que debería ser sólo eso un complemento que no sustituya al físico, ya que las prácticas en ciencias requiere del contacto directo con todo lo que implica un laboratorio.*

## 11.2.- Anexo n 2. Cuestionario a profesores.

### **CUESTIONARIOS REALIZADOS A LOS PROFESORES DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES DE SECUNDARIA.**

A continuación se indican una serie de cuestiones, con respuesta cerrada, para que se responda por parte del profesorado del Departamento de Ciencias Naturales.

Dichas cuestiones hacen referencia al grado de conocimientos de los recursos TIC en general y de los *Laboratorios Virtuales* en particular.

#### **1.- ¿Qué dominio tiene en el uso de las TIC?**

- a. Muy bajo
- b. Medio
- c. Bueno
- d. Ninguna de las anteriores

#### **2.- ¿Dispone de medios tecnológicos en sus aulas?**

- a. No, no disponemos de ninguno
- b. Sí, aunque son muy escasos
- c. Sí, disponemos de una amplia variedad de recursos
- d. Ninguna de las anteriores

#### **3.- En caso de que disponga de medios tecnológicos en su aula, ¿ los utiliza como recursos TIC?**

- a. Sí, de forma habitual
- b. Sí, aunque no muy habitualmente
- c. No, no los uso
- d. Ninguna de las anteriores

#### **4.- ¿Que grado de confianza tiene al utilizar estos recursos frente a sus alumnos?**

- a. Alto, porque domino su uso
- b. Medio, porque no los domino
- c. Bajo, porque los alumnos tienen mayores conocimientos informáticos que yo
- d. Ninguna de las anteriores

#### **5.- La utilización de los recursos tecnológicos que el centro ha puesto a su disposición en las aulas, ¿ha contribuido a mejorar la impartición de sus clases?**

- a. Sí, de manera muy significativa
- b. Sí, aunque no mucho
- c. Poco o muy poco
- d. Ninguna de las anteriores

**6.- ¿Había utilizado antes aplicaciones como *Phet Laboratorio Virtual*?**

- a. Sí
- b. No
- c. En caso afirmativo, indique cual

**7.- ¿Recibe formación en el manejo de TIC?**

- a. Sí, por parte del centro
- b. Sí, por mi cuenta
- c. No, ninguna

**8.- ¿Como ve usted la didáctica de las Ciencias en un futuro no muy lejano, en relación al uso de recursos tecnológicos?**

- a. Como hasta ahora, no creo que cambie mucho
- b. Las TIC deben introducirse como herramienta complementaria en las clases
- c. Es imprescindible trabajar con TIC, sobre todo en materias experimentales.
- d. NS/NC.

**9.- Valore la aplicación *Phet* de 1-10.**

**10.- ¿Qué otra herramienta TIC incluirían en sus clases de ciencias?, ¿ Por qué?**

### 11.3.- Anexo nº 3. Cuestionario realizado a alumnos

## **CUESTIONARIOS REALIZADOS A LOS ALUMNOS DE 4º DE ESO.**

Este cuestionario tiene como finalidad conocer el grado de satisfacción de la muestra objeto de estudio en relación a la aplicación *Phet Laboratorio Virtual*.

A continuación se indican una relación de cuestiones, con respuesta cerrada, para que sean contestadas por los alumnos. Sólo se deberá marcar una sola respuesta por cuestión planteada, salvo que se indique lo contrario.

### **1.- ¿Qué te ha parecido el uso del ordenador en la clase de prácticas de Biología y Geología?**

- a. Muy interesante
- b. Poco interesante
- c. Aburrido

### **2.- ¿Consideras que el uso de *Phet Laboratorio Virtual* te ha servido para comprender mejor la materia de Biología y Geología?**

- a. Sí, mucho.
- b. Sí, aunque no demasiado.
- c. No, no he conseguido entender los conceptos más importantes.

### **3.- ¿Consideras que las prácticas en este simulador son iguales de eficaces que las que realizas en el laboratorio del centro?**

- a. Sí, considero que son igual de eficaces.
- b. Sí, aunque prefiero las prácticas en el laboratorio del centro
- c. No, no tienen nada que ver.

### **4.- ¿Has entendido las diferentes aplicaciones prácticas disponibles de *Phet Laboratorio Virtual*?**

- a. Sí, nuestro profesor nos las ha explicado antes de empezar.
- b. Sí, porque son muy intuitivas.
- c. No, no he conseguido entenderlas.

### **5.- ¿Te gustaría usar *Phet* más a menudo en las clases de Biología y Geología?**

- a. Sí porque así entendemos mejor la asignatura.
- b. Sí porque es más interesante
- c. Me da igual.



**6.- ¿Usas herramientas parecidas a esta en otras asignaturas, como Física y Química, por ejemplo?**

- a. Sí
- b. No

**7.- ¿Como crees que aprenderías mejor la asignatura de Biología y Geología?**

- a. Relacionando clases teóricas con clases prácticas
- b. Con más teoría y menos prácticas
- c. Con más prácticas y menos teoría

**8.- Describe lo que más te ha gustado de la aplicación *Phet Laboratorio Virtual*.**

**9.- Describe lo que menos te ha gustado de la aplicación *Phet Laboratorio Virtual*.**

## 11.4.- Anexo nº 4. Cuestionario de evaluación de los *Laboratorios virtuales* propuestos

### **CUESTIONARIO PARA EVALUAR LA CALIDAD DE UN LABORATORIO VIRTUAL EN LA ETAPA DE SECUNDARIA**

#### **1.- ¿Entiende el funcionamiento de la aplicación virtual?**

- a.- Sí, la estructura de la aplicación es intuitiva
- b.- Sí, aunque no es fácil localizar los contenidos
- c.- No, considero que es una aplicación muy compleja

#### **2.- ¿Considera que está adaptada al curso en el que pretende utilizarla?**

- a.- Sí, los contenidos están incluidos en la Programación Didáctica
- b.- Sí, aunque hay que adaptarlos a la Programación
- c.- No, los contenidos no se corresponden con la Programación

#### **3.- ¿Dispone el Laboratorio virtual de simulaciones prácticas suficientes?**

- a.- Sí, dispone de numerosas prácticas para los alumnos
- b.- Sí, aunque no demasiadas
- c.- No, no dispone de prácticas para nuestra asignatura

#### **4.- ¿Considera que esas prácticas cumplen con sus expectativas?**

- a.- Sí, son como las de un laboratorio físico
- b.- Sí, aunque sólo son parecidas a las realizadas en un laboratorio físico
- c.- No, no guarda relación con las llevadas a cabo en el laboratorio físico

**5.- ¿Cómo cree que responderán sus alumnos ante el simulador?**

- a.- Muy bien, ya que la aplicación es muy interesante
- b.- Bien, porque a ellos le gusta la informática
- c.- NS/NC

**6.- ¿Cree que sus alumnos aprenderán la práctica propuesta en el simulador igual que si se llevara a cabo en un laboratorio físico?**

- a.- Sí, ya que la aplicación dispone de contenidos didácticos muy completos
- b.- Sí, porque ellos siempre aprenden mejor si utilizamos recursos tecnológicos
- c.- No, la aplicación no lo permite

**7.- ¿Qué aspecto considera más interesante del Laboratorio virtual?**

**8.- ¿Qué aspecto considera menos interesante de la aplicación propuesta?**

*Muchas gracias por su colaboración. Los datos de esta encuesta serán tratados de manera confidencial conforme a lo establecido en la Ley 15/1999 de 13 de Diciembre de Protección de datos de carácter personal.*