

Propuesta didáctica basada en el aprendizaje por proyectos

Didactic proposal based on learning by projects

Miriam Robles Murcia¹, M.D. Fernández-Ramos¹.

¹ Department of Analytical Chemistry, Campus Fuentenueva, Faculty of Sciences, University of Granada, E-18071 Granada, Spain

miriamrobles@correo.ugr.es, mdframos@ugr.es

Resumen

Se ha diseñado una actividad para la asignatura de *Ciencias aplicadas a la actividad profesional*, de 4º ESO. Con ella se tratará parte de los contenidos principales del currículo de dicha asignatura: realización de una investigación científica, contaminantes del suelo y sensibilización sobre la importancia de conservar del medio ambiente. Al mismo tiempo, se trabajarán las siete competencias clave.

Para ello, se diseñaron cinco actividades que siguieron las orientaciones metodológicas del aprendizaje basado en proyectos. Para estructurar el proyecto se eligió la siguiente pregunta guía: **¿Merece la pena la pérdida de calidad de un suelo a favor de actividades de tipo económico?** Asimismo, se definieron los siguientes productos: trabajo bibliográfico, informe de una investigación, artículo periodístico de divulgación, y el producto final que condensa los anteriores, esto es, la exposición pública con pósteres de todo el trabajo realizado durante el proyecto.

Palabras clave

Aprendizaje basado en proyectos, Competencias clave, Ciencias aplicadas a la actividad profesional, Educación ambiental, Salud del suelo y Metales pesados.

Abstract

We have prepared an activity for the subject “Applied Sciences to the Professional Activity”, for the course 4º ESO. It will deal with the main contents of this subject: carrying out a scientific investigation, the field of soil contaminants and raising awareness about the importance of environmental conservation. The seven key competences will be developed at the same time.

In order to achieve all this, five activities were designed according to the metrology of the project-based learning. To structure the project, we chose the following guiding question: Is it worth the loss of the quality of a soil in favor of economic activities? Besides, the following aspects were also defined: bibliographic work, an investigation

report, a journalistic dissemination article, as well as the final product that summarizes the previous points, which is, making posters for the exhibition of the work done during the project.

Keywords

Project-based Learning, Key Competences, Applied Sciences to Professional Activity, Environmental Education, Soil Health and Heavy Metals.

1. Introducción

1. Competencias clave en el currículo español

La sociedad actual se caracteriza por ser compleja, lo que en el campo de la educación implica que los estudiantes además de adquirir conocimientos teóricos tengan que ser competentes. Para que los alumnos de bachillerato, secundaria y primaria consigan este objetivo, la Ley Orgánica 8/2013, del 9 de diciembre, para la Mejora de Calidad Educativa (LOMCE) pone énfasis en un modelo de currículo basado en competencias.

El proyecto DeSeCo (Definición y Selección de Competencias) iniciado por la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) definió, en 2003, el concepto competencia como “la capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada”. Así, el término competencia conlleva no solo dominar los conocimientos para llevar a cabo un trabajo concreto, sino también tener la capacidad de aplicarlos con éxito en un contexto determinado.

La ley orgánica 2/2006, 3 de mayo, la cual está en conformidad con las recomendación 2006/962/EC, del parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, establece que las siete competencias claves, esenciales para el desarrollo personal, social y laboral de las personas, el bienestar de las sociedades Europeas, el crecimiento económico y la innovación son: competencia lingüística, competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología, competencia digital, aprender a aprender, competencias sociales y cívicas, sentido de iniciativa y espíritu emprendedor y conciencia y expresiones culturales.

Esta introducción de las competencias en el currículo viene acompañada de un cambio en la metodología, la LOMCE recomienda el uso de metodologías modernas o activas en el aula. Estas se caracterizan por centrarse en el estudiante, fomentar la participación en el aula, motivar a los alumnos, potenciar el aprendizaje conductista, complementar a las metodologías tradicionales y no tratar los contenidos solo desde un punto de vista teórico, sino que también enseñan la utilidad de los conocimientos y entrenan a los estudiantes para que puedan aplicarlos en un contexto real. La metodología activa, empleada en el diseño de las actividades propuestas, es el aprendizaje basado en proyectos (APP).

2. Aprendizaje basado en proyecto (APP)

Los dos autores que más destacaron en el desarrollo del APP fueron Dewey y Kilpatrick. En sus trabajos, Dewey defendió la noción de que el aprendizaje debía basarse en los intereses y experiencias de los alumnos. En 1910, demostró que si se utilizaban experiencias reales y concretas, los estudiantes daban respuestas activas y se lograba un aprendizaje eficaz por medio de proyectos cuya finalidad era la resolución de problemas (Restrepo 2005).

Por otro lado, en 1918, Kilpatrick publicó su trabajo titulado *el Método de proyectos*, con el que redefinió el término proyecto, creando una técnica didáctica innovadora y revolucionaria. Sus estudios se basaron en las teorías de Dewey. Ambos pensaban que los alumnos adquirirían experiencia y conocimientos solucionando problemas prácticos de situaciones sociales. Pero a diferencia de Dewey, Kilpatrick consideró que el aprendizaje era más eficaz cuando eran los propios alumnos los que planificaban y desarrollaban el proyecto. De esta forma se les motivaba, además se podía conseguir que fueran autosuficientes, al adquirir las capacidades necesarias para desenvolverse en la vida y poder resolver problemas cotidianos.

Desde que Kilpatrick publicó su trabajo titulado *el Método de proyectos*, han sido numerosos los profesores e investigadores que han profundizado en este innovador método de enseñanza, dándole una definición y una base, adaptándolo a casos concretos y avalándolo como método eficaz para el proceso de enseñanza-aprendizaje del siglo XXI.

El APP se puede definir como un método de enseñanza sistemático que permite a los alumnos adquirir conocimientos y habilidades a través de un proceso de investigación estructurado por medio de cuestiones complejas y auténticas que se plasman en tareas y productos (Lamer y Mergendoller, 2010).

El APP se caracteriza principalmente por ser un método o marco de aprendizaje cooperativo, creativo y abierto; no es un conjunto de instrucciones que pretenden llevar a un fin prefijado, mientras que sí es una estrategia, una dirección y un camino a recorrer (Vergara, 2015).

Se fundamenta en la teoría del aprendizaje constructivista. El alumno tiene autonomía, debe ser él quien construya el conocimiento y dote de significado al proyecto, la gestión del trabajo está a cargo de los alumnos y para ello deberán usar procesos cognitivos de rango superior como: generar preguntas, debatir, realizar predicciones, diseñar planes o experimentos, recolectar y analizar datos, establecer conclusiones, reflexionar, pensar críticamente y comunicar sus ideas a otros (Rodríguez-Sandoval et al., 2010). Como consecuencia, el profesor tiene un papel más pasivo que los alumnos pero igualmente importante. Él se encargará de generar la motivación necesaria en los alumnos para que inicien el proyecto con ilusión y ganas. Una vez iniciado el proyecto tendrá que escucharles atentamente y deberá orientarlos y guiarlos, además de dar sentido a todo el

trabajo realizado. Finalmente, deberá evaluarlos de manera constructiva, es decir, reflexionará y realizará un análisis crítico del proyecto junto a ellos.

También es tarea del docente seleccionar el tema principal del proyecto. Este tema puede reflejarse en una situación o en un problema abierto relacionado con el currículo escolar. Además, es importante que la situación o el problema sea lo más real posible y que esté relacionado con la vida cotidiana y los intereses de los alumnos. De este modo la situación o el problema seleccionado permitirá el tratamiento de los contenidos del currículo a través de los propios intereses de los alumnos (Vergara, 2015).

Asimismo, los contenidos de la asignatura que se tratan con un proyecto deberán de ser los contenidos centrales de la materia, ya que son los más indicados para que el alumno profundice e indague.

La estructura del proyecto se cimienta sobre una pregunta guía, esta pregunta debe ser compleja, abierta y no tener una única solución, ya que a partir de ella los alumnos deberán generar nuevas sub-preguntas y realizar investigaciones para contestarlas. Además, debe suponerles un reto e invitar al debate.

El objetivo final del proyecto es la elaboración de un producto que dé sentido a todo el trabajo realizado y responda a la pregunta guía. Este producto final debe tener una audiencia, pues de este modo se abren las puertas del aula a la comunidad, lo que contribuye por un lado a aumentar la motivación del alumnado para realizar un trabajo de calidad, y por otro lado, a que los padres y demás personas del entorno del colegio puedan conocer y valorar el gran trabajo de los estudiantes.

La forma de trabajar es el trabajo cooperativo, donde la situación ideal se da cuando los alumnos cooperan de manera adecuada, es decir, tienen una relación de interdependencia social positiva, reconocen su responsabilidad y respetan las ideas y ritmo de trabajo de sus compañeros. Para conseguir esto es necesario que las tareas estén estructuradas adecuadamente y se enseñe a los estudiantes ciertas formas de relación interpersonal (Casas, 2017).

El APP es sin duda un método del que muchos alumnos y docentes se pueden beneficiar. Sin embargo, no está exento de algunos inconvenientes:

- Dificultad de aplicar el método con alumnos poco motivados o con predominio de experiencias de fracaso escolar.
- Realizar un proyecto puede requerir mucho tiempo de clase para dar una pequeña cantidad de contenidos, lo que reduciría las oportunidades para otros aprendizajes (Monterrey, 2005).
- Puede resultar difícil encontrar evidencias que demuestren que los estudiantes han alcanzado los objetivos establecidos, por ejemplo, que todos los componentes de un grupo han trabajado de la misma forma y empleado el mismo esfuerzo (Monterrey, 2005).

- El profesor delega cierto control del aula a sus alumnos y esto puede provocar que algunos estudiantes no participen, fallen o tengan dificultades con pensamientos de alto orden, generándose así nuevos conflictos (Monterrey, 2005).

3. El APP en el área de ciencias

Según estudios sobre el aprendizaje de las ciencias, se considera que los alumnos aprenden mejor mediante construcción activa del conocimiento, cognición situada, interacción social y herramientas cognitivas (Krajcik y Blumenfeld 2006).

Para que se produzca un aprendizaje significativo los alumnos deben construir activamente su conocimiento. Según Sawyer (2006), cuando un estudiante aprende mediante la transmisión de información por parte de un profesor o un libro de texto solo aprende superficialmente. Para que se produzca un aprendizaje profundo se necesita un proceso continuo donde el estudiante construya y reconstruya sus ideas a partir de nuevas experiencias y sus conocimientos anteriores. En el APP los estudiantes tienen un papel activo, pues son ellos los que desarrollan y planifican el proyecto, informándose, analizando y realizando actividades cercanas a las que realizan los expertos.

Asimismo, la cognición situada defiende que los estudiantes aprenden mejor cuando el conocimiento es situado, esto es, cuando la información tiene un contexto real cercano a ellos. Según Krajcik y Blumenfeld (2006), esto favorece por un lado, a que los alumnos pueden apreciar mejor el valor y significado de las actividades que realizan, y por otro lado ayuda a que los estudiantes generalicen lo aprendido en un número más amplio de situaciones.

El aprendizaje más eficiente se da cuando profesores, miembros de la comunidad y alumnos trabajan juntos. Los estudiantes conocen nuevas ideas y principios a base de compartir, usar y debatir sus propias ideas con los demás (Blumenfeld et al., 1996).

Con respecto a las herramientas cognitivas, el APP tiene la gran ventaja de que en él se pueden incorporar, de forma natural, múltiples herramientas de aprendizaje como el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje por indagación, el uso de las TiC, la gamificación, el estudio de casos, las prácticas de laboratorio... (Vergara, 2015) esto enriquece a los proyectos favoreciendo al aprendizaje significativo.

4. Educación ambiental

Según la Agencia Europea de Medio ambiente, actualmente nos encontramos dentro de una crisis medioambiental global sin precedentes debido al gran crecimiento demográfico de la población y a las diversas actividades socioeconómicas. Por eso es importante formar personas participativas que sean capaces de tomar decisiones responsables y adquirir conciencia de los desafíos que plantea la globalización con

respecto a la degradación ambiental. Con este fin nació la educación para la sostenibilidad (Eschenhagen, 2007).

En su trabajo Barrón et al. (2010) indican que la sostenibilidad curricular no implica únicamente incluir contenidos ambientales en el temario de las distintas asignaturas, conlleva además otra serie de cambios más profundos como por ejemplo:

- Sustituir la visión estática y fragmentada de la realidad por una visión compleja y dinámica que supere la tradicional descomposición de la realidad en partes inconexas.
- Incorporar proyectos de trabajo interdisciplinar.
- Mejorar la funcionalidad y contextualización de la enseñanza, incorporando el estudio y tratamiento de problemáticas locales y globales y reforzando la colaboración con entidades locales.
- Favorecer la coherencia entre la teoría y la práctica, programando trabajos prácticos concordantes con las propuestas teóricas.
- Adoptar una epistemología constructivista y una concepción integral de la educación, reconociendo el papel activo de los individuos en la construcción de su conocimiento, promoviendo, asimismo, una formación integral de los alumnos, en sus dimensiones intelectuales, afectivas, sociales y morales.

Las actividades diseñadas en este trabajo, siguen las recomendaciones de la educación para la sostenibilidad, y se centran en un tema ambiental importante, el suelo. Este se caracteriza por ser un recurso indispensable para el ser humano pero, al mismo tiempo, es un gran desconocido. Es frecuente que se tienda a infravalorarlo, sin tener en cuenta sus múltiples funciones (regulación del clima, ciclo de nutrientes, hábitat de organismos, regulador de inundaciones, fuente de recursos farmacéuticos y genéticos, base para las infraestructuras humanas, suministro de materiales de construcción, fuente de alimentos, fibras y combustibles, conservador de la herencia cultural y finalmente retención del carbono) y su gran influencia en la calidad de los alimentos que consumimos.

El suelo, aparte de ser un recurso inmensamente útil, también se caracteriza por ser muy vulnerable y frágil, y tardar muchísimo tiempo en regenerarse (escala geológica), por lo que se hace indispensable una gestión acertada de este que permita su conservación, y por extensión la conservación de las demás partes de los ecosistemas terrestres. Domínguez *et al.* (2005) sugieren que cualquier desarrollo de capacidades y actitudes positivas hacia la conservación de ecosistemas terrestres pasa por el conocimiento del suelo desde la secundaria. Sin embargo, en secundaria se suele tratar el tema del suelo desde una perspectiva superficial y fragmentada, cuando debería tratarse como parte indispensable de un todo más amplio abarcando consideraciones de tipo social y económico, sin olvidar la problemática ambiental a la que se enfrenta, así como los retos sociales que esta implica (Alcalde, 2017).

La magnitud y gravedad de los procesos de la contaminación de los suelos, han llevado a los expertos de la FAO a revisar la clasificación de los mismos y a proponer una nueva que sea útil con vistas a dar cuenta de su degradación, incluyendo ahora también los vertederos (sellados con una cubierta edáfica) y tecnosuelos para aquellos que han sido degradados por actividades industriales, mineras en su gran mayoría (FAO, 2007). La problemática de la contaminación del suelo es preocupante por dos razones. Una es que los contaminantes del suelo son capaces de afectar de forma negativa a las comunidades que se desarrollan sobre ellos y pueden pasar a lo largo de las redes tróficas, produciendo un riesgo incluso para la salud de las personas. Además, hay que tener en cuenta la nula percepción de la contaminación de los suelos, aunque se asuma que algunos compuestos depositados en ellos, si causan perjuicios. El aire que se respira si huele mal, o el agua que se bebe si sabe mal, son elementos indicadores de la contaminación de estos medios, pero no podemos detectar en poco tiempo la contaminación de un suelo (Hernández et al., 2010).

Dentro de los contaminantes que pueden presentar los suelos, son especialmente preocupantes los metales pesados. Un metal pesado es cualquier elemento químico metálico que se caracteriza por tener una relativa alta densidad y ser tóxico en concentraciones incluso muy bajas, algunos ejemplos son el mercurio (Hg), cadmio (Cd), arsénico (As), cromo (Cr), talio (Tl), y plomo (Pb) (Lucho *et al.*, 2005). Cuando el contenido de metales pesados en el suelo alcanzan niveles que rebasan los límites máximos permitidos causan efectos adversos como inhibición del crecimiento y desarrollo anormal de las plantas, y un disturbio funcional en otros componentes del ambiente así como la disminución de las poblaciones microbianas y de anélidos del suelo (Martín, 2000).

En las actividades propuestas se trabajará con dos metales pesados el Pb y el Cd. El Pb, es un contaminante ambiental altamente tóxico, su presencia se debe principalmente a las actividades antropogénicas como la industria, la minería y la fundición. En los suelos contaminados con Pb se suele encontrar también Cd y Zn (Hettiarachchi y Pierzynski, 2002) por analogía entre sus propiedades y características metálicas.

2. Propuesta didáctica de intervención en el aula

1. Elementos curriculares asociados al R.D. 1105/2014 y la orden del 14/07/2016 que se trabajarán durante el proyecto.

En el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, y la Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado. Establecen los siguientes

elementos curriculares que se tratarán a lo largo del proyecto, para la asignatura de ciencias aplicadas a la actividad profesional.

Los objetivos de materia que se desarrollarán a lo largo del proyecto son:

2. Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, así como comunicar argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia.
3. Obtener información sobre temas científicos, utilizando distintas fuentes, y emplearla, valorando su contenido, para fundamentar y orientar trabajos sobre ellos.
4. Desarrollar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento científico para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones relacionadas con las ciencias y la tecnología.
5. Desarrollar actitudes y hábitos saludables que permitan hacer frente a problemas de la sociedad actual en aspectos relacionados con la alimentación, la sanidad y la contaminación.
6. Comprender la importancia que tiene el conocimiento de las ciencias para poder participar en la toma de decisiones tanto en problemas locales como globales.
7. Conocer y valorar las interacciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad y el medioambiente, para avanzar hacia un futuro sostenible.
8. Diseñar pequeños proyectos de investigación sobre temas de interés científico-tecnológico.

En la tabla 1 se muestran los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje, que se tratarán a lo largo del APP.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
Bloque 1 Laboratorio: organización, materiales y normas de seguridad. Utilización de herramientas TIC para el trabajo experimental del laboratorio. Técnicas de experimentación en física, química, biología y geología.	1. Utilizar correctamente los materiales y productos del laboratorio.	1.1. Determina el tipo de instrumental de laboratorio necesario según el tipo de ensayo que va a realizar.
	2. Cumplir y respetar las normas de seguridad e higiene del laboratorio	2.1. Reconoce y cumple las normas de seguridad e higiene que rigen en los trabajos de laboratorio
	3. Contrastar algunas hipótesis basándose en la experimentación, recopilación de datos y análisis de resultados.	3.1. Recoge y relaciona datos obtenidos por distintos medios para transferir información de carácter científico
	4. Aplicar las técnicas y el instrumental apropiado para	4.1. Determina e identifica medidas de volumen, masa o

	identificar magnitudes	temperatura utilizando ensayos de tipo físico o químico.
	5. Preparar disoluciones de diversa índole, utilizando estrategias prácticas	5.1. Decide qué tipo de estrategia práctica es necesario aplicar para el preparado de una disolución concreta.
Bloque 2 Contaminación: concepto y tipos. Contaminación del suelo. Nociones básicas y experimentales sobre química ambiental. Desarrollo sostenible.	1. Precisar en qué consiste la contaminación y categorizar los tipos más representativos.	1.1. Utiliza el concepto de contaminación aplicado a casos concretos.
	3. Precisar los efectos contaminantes que se derivan de la actividad industrial y agrícola, principalmente sobre el suelo.	3.1. Relaciona los efectos contaminantes de la actividad industrial y agrícola sobre el suelo
	9. Utilizar ensayos de laboratorio relacionados con la química ambiental, conocer qué es una medida de pH y su manejo para controlar el medio ambiente.	9.1. Formula ensayos de laboratorio para conocer aspectos desfavorables del medioambiente.
	10. Analizar y contrastar opiniones sobre el concepto de desarrollo sostenible y sus repercusiones para el equilibrio medioambiental.	10.1. Identifica y describe el concepto de desarrollo sostenible, enumera posibles soluciones al problema de la degradación medioambiental.
	11. Participar en campañas de sensibilización, a nivel del centro educativo, sobre la necesidad de controlar la utilización de los recursos energéticos o de otro tipo.	11.1. Aplica junto a sus compañeros medidas de control de la utilización de los recursos e implica en el mismo al propio centro educativo.
	12. Diseñar estrategias para dar a conocer a sus compañeros y personas	12.1. Plantea estrategias de sostenibilidad en el entorno del centro.
Bloque 4 Proyecto de investigación.	1. Planear, aplicar, e integrar las destrezas y habilidades propias del trabajo científico.	1.1. Integra y aplica las destrezas propias de los métodos de la ciencia
	2. Elaborar hipótesis, y contrastarlas a través de la experimentación o la observación y argumentación.	2.1. Utiliza argumentos justificando las hipótesis que propone
	3. Discriminar y decidir sobre las fuentes de información y los métodos empleados para su obtención.	3.1. Utiliza diferentes fuentes de información, apoyándose en las TIC, para la elaboración y presentación de sus investigaciones.
	4. Participar, valorar y respetar el trabajo individual y en grupo.	4.1. Participa, valora y respeta el trabajo individual y grupal.

	5. Presentar y defender en público el proyecto de investigación realizado.	5.1. Diseña pequeños trabajos de investigación sobre un tema de interés científico tecnológico, animales y/o plantas, los ecosistemas de su entorno o la alimentación y nutrición humana para su presentación y defensa en el aula. 5.2. Expresa con precisión y coherencia tanto verbalmente como por escrito las conclusiones de sus investigaciones.
--	--	--

Tabla 1. *Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje.*

Los temas transversales que se trabajarán son:

g) El desarrollo de las habilidades básicas para la comunicación interpersonal, la capacidad de escucha activa, la empatía, la racionalidad y el acuerdo a través del diálogo.

h) La utilización crítica y el autocontrol en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación y los medios audiovisuales, la prevención de las situaciones de riesgo derivadas de su utilización inadecuada, su aportación a la enseñanza, al aprendizaje y al trabajo del alumnado, y los procesos de transformación de la información en conocimiento.

l) La toma de conciencia sobre temas y problemas que afectan a todas las personas en un mundo globalizado, entre los que se considerarán la salud; la pobreza en el mundo; la emigración y la desigualdad entre las personas, pueblos y naciones; así como los principios básicos que rigen el funcionamiento del medio físico y natural y las repercusiones que sobre el mismo tienen las actividades humanas; el agotamiento de los recursos naturales; la superpoblación; la contaminación o el calentamiento de la Tierra. Todo ello, con objeto de fomentar la contribución activa en la defensa, conservación y mejora de nuestro entorno como elemento determinante de la calidad de vida.

2. Metodología

La orden del 14 de julio de 2016, da las siguientes recomendaciones, entre otras, sobre estrategias metodológicas para la asignatura de *Ciencias aplicadas a la actividad profesional*:

- La metodología debe ser activa y variada, con actividades individuales y en grupo, adaptadas a las distintas situaciones en el aula y a los distintos ritmos de aprendizaje.

- Se deberían de desarrollar actividades en grupos cooperativos, tanto en el laboratorio como en proyectos teóricos, al ser de gran ayuda para que el alumnado desarrolle las capacidades necesarias para su futuro trabajo en empresas tecnológicas. Dichas actividades en equipo favorecen el respeto por las ideas de los miembros del grupo, ya que lo importante en ellas es la colaboración para conseguir entre todos una finalidad común.
- Se debería proponer a los alumnos que realicen y expongan trabajos teóricos y experimentales, para desarrollar su comunicación lingüística, tanto oral como escrita.
- Esta asignatura es mayormente práctica pues se pretende que los alumnos aprendan a usar las TIC y a manejarse en un laboratorio. El uso de las tecnologías de la información y la comunicación como recurso didáctico y herramienta de aprendizaje es indispensable, ya que una de las habilidades que debe adquirir el alumnado es obtener información de forma crítica.

Un método que sin duda encaja con estas recomendaciones es el APP. Como ya se ha mencionado en la introducción para organizar un proyecto según el APP, se debe buscar una pregunta guía que esté acorde con los contenidos que se desea transmitir a los estudiantes, y también se debe señalar cuál será la finalidad del proyecto, es decir, qué productos realizarán los alumnos durante todo el proyecto.

La pregunta guía que marcará la dirección de todo el proyecto es la siguiente: **¿Merece la pena la pérdida de calidad de un suelo a favor de actividades de tipo económico?**

Esta pregunta destaca por:

- Ser una pregunta abierta al no tener una única respuesta, es decir puede ser contestada teniendo en cuenta muchos puntos de vista diferentes.
- Trata sobre un tema actual que está causando una gran controversia. Cada vez es más frecuente oír en los medios de comunicación, leer en internet o en los periódicos la importancia de llevar un estilo de vida sostenible, por lo que es oportuno su debate en clase.
- Estar directamente relacionada con el currículum, por lo que con ella se podrá cubrir contenidos, objetivos y competencias claves.
- Permitir que se generen muchas sub-preguntas que los estudiantes podrán responder investigando, como por ejemplo:
 1. ¿Qué es la calidad del suelo?
 2. ¿Qué problemas puede ocasionar el deterioro de un suelo?
 3. ¿Cómo se puede recuperar la salud de un suelo?
 4. ¿Qué tipo de actividades económicas sustenta el suelo?
 5. ¿Cómo se puede prevenir la pérdida de suelo?

6. ¿Cómo se pueden medir algunas consecuencias reales de la contaminación de un suelo?

De estas sub-preguntas, la última es especialmente relevante, ya que para responderla se propone la actividad central del proyecto, la realización de una investigación científica. Con ella, los alumnos tratarán todos los contenidos del bloque 4 de la materia, iniciándose en el tratamiento científico de una cuestión real.

Las otras actividades del proyecto se han diseñado para complementar a la actividad central. La primera actividad despierta la curiosidad de los alumnos y los introduce en el proyecto de forma motivadora. La segunda actividad, permite a los alumnos adquirir los contenidos teóricos que se trabajarán en la actividad central, la actividad tres. La cuarta actividad permite tratar los datos científicos obtenidos en la actividad tres, desde la perspectiva de la divulgación y la sensibilización. Y finalmente, la actividad cinco condensa todo el trabajo realizado durante el proyecto, permitiendo a los alumnos explicarlo de primera mano a su entorno; es una recompensa con la que ellos mismo y su entorno podrán valorar todo el esfuerzo realizado y les hará sentirse orgullosos de todo lo aprendido y creado, a la par que les entrena para hablar en público.

A lo largo de todo el proyecto, los alumnos deberán realizar cuatro productos, los cuales contarán con su correspondiente audiencia.

- Un trabajo bibliográfico para exponerlo en clase a sus compañeros.
- Un artículo científico que corregirá el profesor.
- Un artículo de periódico que se recomienda publicar en un periódico local.
- Y el producto final: una exposición de todo lo trabajado durante el proyecto que podrá visitar el entorno del centro.

3. Recursos y materiales

Los recursos que serán necesarios para la realización de todas las actividades son los siguientes:

Para la actividad 1 se necesitarán:

1) Pósteres realizados por la FAO en el año internacional del suelo 2015, los cuales se pueden descargar en las siguientes direcciones: <http://www.fao.org/soils-2015/resources/promotional-material/es/> y <http://www.fao.org/world-soil-day/campaign-materials/es/>. Se han seleccionado como recurso porque son visualmente atractivos y contienen información de calidad sobre las funciones del suelo, así como información sobre sus principales amenazas.

2) La Unidad de Cultura Científica del CSIC en Galicia, ha colaborado con personal científico y técnico de dos centros de investigación: el Instituto de Investigaciones

Agrobiológicas de Galicia y la Misión Biológica de Galicia. La finalidad fue desarrollar un juego de mesa similar al Juego de la Oca, el cual busca transmitir nociones básicas sobre el suelo, así como concienciar a los participantes de la importancia de su protección y su correcta gestión. Este juego de mesa se puede descargar en <http://www.suelos2015.es/materiales/juego/juego-del-suelo>. Consiste en un tablero y varias fichas con preguntas relacionadas con el suelo y la investigación científica.

3) Vídeo publicado en <http://vimeo.com/53618201> titulado “Hablemos del suelo”. Este vídeo de animación desarrollado por la plataforma *Global Soil Week* trata sobre la realidad del suelo un recurso no renovable que no siempre se utiliza de la mejor manera.

Para la actividad 2 se necesitará un proyector o una pizarra digital.

Para la actividad 3 se requerirá que el instituto cuente con un laboratorio, además de los siguientes materiales, para 12 grupos:

- Suelo OECD: 900g de turba, 1800 g de arcilla y 6300g de arena
- Productos químicos: CaCO_3 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ y $\text{CdCl}_2 \times 2.5 \text{ H}_2\text{O}$
- Agua destilada
- Una balanza analítica
- Varios cuenta gotas
- 12 Placas de Petri
- 12 Botes de cristal con tapa de plástico y capacidad de 1L
- Matraces aforados de 5ml
- Semillas de lechuga
- 120 Lombrices de tierra
- 12 Filtros de $0.22 \mu\text{m}$

Para la actividad 4 será necesario periódicos de una semana entera de diferentes marcas.

En la actividad 5 se utilizará papel para póster o cartulinas.

4. Secuenciación de las actividades

Las actividades que se desarrollarán a lo largo del proyecto se pueden dividir en cinco bloques o actividades, tal y como se detalla en la tabla 2.

De acuerdo con el cronograma de la tabla 2, se necesitará un total de once horas y media de clase, no consecutivas, para desarrollar las actividades 1, 2, 3 y 4 del proyecto y para realizar la 5 se recomienda utilizar dos clases de la materia consecutivas.

Cronograma del proyecto			
Sesión 1 (clase entera) Actividad 1 -Inicio motivador del proyecto	Sesión 2 (clase entera) Actividad 1 -Organización del proyecto entero. (Debate en clase)	Sesión 3 (media clase) Actividad 2 -Formación de grupos y distribución de temas	Sesión 4 (clase entera) Actividad 2 -Trabajo en clase para realizar el trabajo bibliográfico
Sesión 5 (clase entera) Actividad 2 -Presentaciones del trabajo bibliográfico	Sesión 6 (media clase) Actividad 2 -Presentaciones del trabajo bibliográfico	Sesión 7 (clase entera) Actividad 3 -Preguntas pre-práctica (Debate en clase)	Sesión 8 (clase entera) Actividad 3 -Preparación de los suelos artificiales y elutriados
Sesión 9 (media clase) Actividad 3 -inicio del experimento, exponer las semillas y las lombrices.	Sesión 10 (clase entera) Actividad 3 -Medidas tras una semana	Sesión 11 (clase entera) Actividad 3 -Medidas tras dos semanas	Sesión 12 (clase entera) Actividad 4 -Noticias relacionadas con el medio ambiente (Debate en clase)
Sesión 13 (clase entera) Actividad 4 -Artículo periodístico ganador (Debate en clase)	Sesión 14 Actividad 5 -Exposición pública de los pósteres elaborados por los alumnos	Sesión 15 Actividad 5 -Exposición pública de los pósteres elaborados por los alumnos.	

Tabla 2. *Cronograma de las actividades que se realizarán durante todo el proyecto*

Actividad 1: ¡Atención, mirad al suelo!

La primera actividad cumple la función de presentar el proyecto a los alumnos de una manera llamativa. Esta actividad se puede tratar en dos clases.

En la primera clase, se pretende motivar a los alumnos despertando su curiosidad, así como mostrarles lo mucho que les queda por saber acerca del suelo y la gran utilidad que tiene este.

Una vez estén descargados los recursos didácticos e imprimidos con el material y el formato adecuado, se puede proceder a la realización de la sesión 1. Se recomienda que antes de que los alumnos entre a la clase, se decore y organice de la siguiente forma:

- Colocar en la pared los pósteres de la FAO.
- En el proyector de la clase proyectar el vídeo titulado “Hablemos del suelo”

- Dividir las mesas de los alumnos en tres grupos iguales y juntarlas. En el centro de las mesas de cada grupo colocar el tablero del juego y las tarjetas con las preguntas.

De este modo se espera que cuando los alumnos entren en el aula se sorprendan y observen todos los elementos nuevos, con gran interés. La dinámica, que se propone consiste en dejar los primeros 15 minutos a los alumnos para que observen los pósteres y el documental, mientras que los 45 minutos restantes se emplearán para que jueguen al juego de mesa junto a sus compañeros. Para que resulte ágil la realización de este último ejercicio sería conveniente dividir a los alumnos de tres en tres para formar equipos; a continuación cada tres equipos competirán entre ellos usando uno de los tableros del juego. Finalmente, el docente recogerá todos los recursos excepto los pósteres de la pared, ya que sería buena idea que permanecieran ahí hasta que finalizase el proyecto.

En la segunda clase se espera que el docente planteé la pregunta guía, explique en qué consiste el APP y comente en líneas generales las actividades 2, 3, 4 y 5 a sus alumnos. Para que quede clara la organización del proyecto el profesor colocará una cartulina en la pared de la clase hecha por él, donde se señalen las actividades que conformarán el proyecto y su fecha de inicio y fin. Seguidamente, comentará que las actividades propuestas para realizar el proyecto son flexibles, de tal modo que a lo largo de todo el proyecto se pueden sugerir mejoras de cada actividad e incluso proponer nuevas actividades que complementen a las ya diseñadas. Una vez explicado todo esto, se abrirá un debate en clase para que la clase reflexione sobre las sub-preguntas que pueden surgir a partir de la pregunta guía. Las sub-preguntas las anotará el profesor, porque le servirán para acabar de diseñar la segunda actividad.

Actividad 2: Trabajo bibliográfico

Antes de iniciar esta actividad el profesor deberá formar grupos de trabajo.

Seguidamente, se asignará a cada grupo un tema de investigación bibliográfico. A continuación, se muestra una lista de temas recomendados, debido a que se puede encontrar información en internet fácilmente sobre ellos y a que permitirán a los alumnos indagar sobre el tema principal del proyecto.

1. Qué se entiende por calidad de un suelo y cómo influye la calidad de este en sus posibles usos.
2. Principales degradadores del suelo.
3. Partes de un suelo y su formación.
4. Tipos de suelos, indicando sus principales parámetros (pH, humedad, composición, salinidad, permeabilidad...). El pH como indicador de calidad de un suelo.

5. Organismos que habitan en el suelo, haciendo especial hincapié en las lombrices de tierra (papel ecológico, anatomía, defensa de estas frente a contaminantes, como se alimentan...).
6. Formas de mejorar/mantener la calidad de un suelo (fitorremediación, desarrollo sostenible...)
7. Influencia de la salud de un suelo en la agricultura.
8. Actividades económicas que sustentan el suelo o están relacionadas con él.

Además de estos temas los siguientes temas son interesantes para introducir a los alumnos en la actividad 3.

9. Qué es un bioindicador, tipos y cómo complementan a los análisis químicos
10. Características de una medida científica (precisión, exactitud, límite de detección, sensibilidad...) y estandarización de los experimentos (suelo estándar: componentes, pH, homogenización...)
11. Protocolos para test con bioindicadores.
12. Definición de artículo científico y estructura, indicando qué contiene cada apartado de un artículo científico.

Sobre cada tema, los grupo deberán elaborar una presentación, la cual explicarán a sus compañeros en un tiempo aproximado de 10 minutos, además de un trabajo escrito que, tras ser corregido, se facilitará al resto de grupos.

Se prevé que esta actividad ocupe tres horas de clase como se muestra en la tabla 2. Media hora para formar los grupos y distribuir los temas, una hora de trabajo en el aula donde el profesor podrá ver los avances de cada grupo y orientarlos, y finalmente una hora y media para que los alumnos expongan sus exposiciones en clase.

Actividad 3: Práctica de laboratorio

Esta es la actividad central del proyecto y con ella se pretende que los alumnos entiendan lo que es una investigación científica y desarrollen una. Para realizar esta tercera actividad se requerirán cuatro días y medio de clase como se muestra en la tabla 2. Un día se invertirá en el formulario de preguntas pre-experimento y el resto se destinarán a realizar el experimento.

Formulario de preguntas pre-experimento

Antes de realizar el experimento, el docente dará a sus alumnos el guion de prácticas que se detallará más adelante, donde se detallan:

- Los instrumentos, materiales y reactivos que se emplearán
- Los pasos que se llevarán a cabo en el laboratorio para realizar correctamente la práctica.

A partir de la información que contiene el guion y tras un análisis reflexivo de dicha información, los alumnos deberán responder a las siguientes preguntas:

- Indica las ventajas e inconvenientes de hacer el experimento en suelo estándar. ¿Las medidas que hagamos se ajustarán a la realidad?
- ¿Qué es la capacidad de campo de un suelo?
- ¿Cuál es la utilidad del grupo 1?
- Calcula los moles de Pb y Cd que tendrá cada suelo y calcula también su concentración en ng/g de suelo y moles/g de suelo ¿Cuál de estas unidades te parece más idónea para indicar tus resultados? Argumenta tu respuesta.
- Los grupos 11 y 12 no tienen definida aún su concentración, ya que esto lo decidiremos entre todos antes de iniciar el experimento. Se hará mediante un consenso donde cada grupo debe señalar las concentraciones que eligió y explicar por qué. La explicación debería incluir, como mínimo:
 - ¿Con qué fin está diseñado este experimento? Es decir que preguntas se intentará responder.
 - Hipótesis de partida.
 - Utilidad de las nuevas concentraciones en el experimento.
- ¿Por qué es necesario usar agua destilada?
- ¿Por qué se mantiene el bote del suelo en un lugar iluminado durante todo el experimento y las placas Petri en un lugar oscuro?
- ¿Por qué es importante que el suelo tenga sus componentes estables y sea homogéneo?
- ¿Qué crees que es más idóneo al utilizar lombrices y semillas de lechuga, que sean más grande de la media, que estén en la media o que sean más pequeñas que la media?
- ¿Podremos usar lombrices recogidas de varios campos para hacer los test?
- ¿Cómo podemos saber que las semillas de lechuga seleccionadas son aptas para realizar los test?
- ¿Piensas que este es un experimento útil para la sociedad? Argumenta tu respuesta.

Una vez que los alumnos han contestado a las preguntas se empleará una clase, para abrir un debate en clase donde los alumnos compartan sus respuestas con el resto de

compañeros y elegirán las concentraciones de los grupos 11 y 12, así como para que el profesor explique las respuestas correctas.

Investigación

Para plantear el siguiente guion de prácticas se han seguido las indicaciones de dos protocolos. El protocolo de la EPA (1996) para los test de elongación de la raíz y germinación de lechugas, y el protocolo de la OECD (1984) para los test de mortalidad y crecimiento de lombrices. Asimismo, para seleccionar el tipo de reactivo y las condiciones experimentales, se han empleado los datos del estudio experimental de Žaltauskaitė (2014). Finalmente, para determinar la concentración de los contaminantes en el suelo se han tenido en cuenta que el LC_{50} del Cd calculado para 14 días en lombrices de tierra adultas es de 1843 $\mu\text{gCd/g}$ (Neuhauser et al 1985). Mientras que el LC_{50} para el Pb calculado para 14 días de las lombrices de tierra adultas se encuentra entre 4480 y 5941 $\mu\text{gCd/g}$ (Davies et al., 2003; Neuhauser et al 1985; Spurgeon et al., 1994).

Guion de la práctica

Los instrumentos y materiales necesarios para realizar esta actividad se recogen en la tabla 3.

Instrumentos y aparatos	Materiales
Balanza analítica	Suelo OECD: arena, turba, arcilla y CaCO_3
Cuenta gotas	Semillas de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>)
Placas Petri	Lombrices de tierra (<i>Eisenia fetida</i>)
Matraces aforados de 5 ml	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
Botes de cristal con tapa de plástico de 1l de capacidad	$\text{CdCl}_2 \times 2.5 \text{ H}_2\text{O}$
Reglas	Agua destilada
Botella para el agua destilada	Filtros de 0.22 μm

Tabla 3. Materiales e instrumentos necesarios para realizar la práctica de laboratorio.

Primer día de laboratorio: preparación del suelo estándar OECD contaminado para el test con las lombrices y preparación de los elutriados para el test de las lechugas.

Cada grupo debe preparar 750 g de suelo estándar OECD, el cual está constituido por: 10% de turba, 20 % arcilla de caolinita y 70 % de arena industrial tapizada. El pH de este debe ser de 6, para ello se añade un 0,1% de carbonato cálcico. Una vez calculadas

las proporciones de cada constituyente, se juntan en un mantel del papel y se mezclan bien, para finalmente añadirlos a un bote de cristal.

El siguiente paso es calcular la cantidad de agua destilada necesaria para humedecer el suelo, teniendo en cuenta que este tiene una humedad correspondiente al 40% de su capacidad de campo.

Para contaminar los suelos, cada grupo debe calcular la cantidad en gramos necesaria de reactivo (nitrato de plomo (II)/ cloruro de cadmio hidratado) para conseguir las diferentes concentraciones de Pb y Cd que se indican en la tabla 4. Una vez pesadas las cantidades de reactivo, se disuelven en el agua destilada necesaria para humedecer el suelo y se añaden a este.

µg/g de suelo		
	Pb	Cd
Grupo 1	0	0
Grupo 2	1000	0
Grupo 3	2000	0
Grupo 4	5000	0
Grupo 5	0	500
Grupo 6	0	1000
Grupo 7	0	1500
Grupo 8	500	250
Grupo 9	1000	500
Grupo 10	2500	750
Grupo 11	¿?	¿?
Grupo 12	¿?	¿?

Tabla 4. Concentraciones de contaminantes de cada grupo experimental

Después de la preparación y homogenización de los suelos, se preparan los elutriados, esto es, colocar 3g de suelo con 30 ml de agua desionizada en un tubo. Estos tubos, uno por grupo, se mantienen durante 20 min en agitación constante moderada (sin llegar a dañar la estructura del suelo) y a continuación se filtran con filtros de 0,22 µm y se mantienen a 4° hasta su uso.

Segundo día de laboratorio: preparación de los test de germinación y elongación de la raíz en lechuga. Y de los test de mortalidad y peso en lombrices.

El segundo día de laboratorio será dos días después del primero, puesto que el suelo OECD necesita 48h de reposo para que sus componentes se estabilicen.

Para el test de germinación se rellena una placa Preti con arena (15 g). Esta arena se empapa con 3ml del elutriado correspondiente a un grupo y también con agua destilada. A continuación se colocan 15 semillas de tamaño medio por grupo correctamente esparcidas. Estos platos se dejan en un lugar oscuro a una temperatura de 20 ° C (si es necesario utilizar una estufa). Para el test de elongación se hacen los mismos preparativos.

Cada grupo seleccionará 10 lombrices, las cuales antes de ser colocadas en los suelos contaminados, se pesan con balanza analítica (las lombrices deben estar limpias y secas para ser pesadas). A continuación, se añaden los 10 individuos por grupo a los suelos contenidos en botes correctamente aireados (hacer agujeros a la tapa del bote). Los botes se deben guardar en un lugar luminoso durante todo el experimento.

Tercer y cuarto día de laboratorio: Toma de medidas

Las medidas de germinación se harán una vez pasados 7 días, y las de longitud de la raíz se medirán con una regla después de 7 y 14 días del inicio del test.

Las medidas de mortalidad y peso se realizarán los días 7 y 14, después del inicio del test. Para ello se vuelca el bote en un mantel de papel y cada grupo buscará las lombrices vivas, que deben ser limpiadas con agua y secadas antes de ser pesadas.

Guion para realizar el informe de la práctica

El informe deberá incluir:

- Una introducción donde se hable de los aspectos más relevantes de la búsqueda bibliográfica (actividad 1). Se evaluará positivamente la capacidad de síntesis.
- Materiales y métodos, donde se incluya:
 1. Lista de materiales, reactivos e instrumentos.
 2. Descripción detallada de los experimentos.
- Resultados:
 1. Representación gráfica de los datos, deberás buscar la forma de que las gráficas sean los más intuitivas y comparables posibles (*nota para el profesor, usando porcentajes se consigue eso*).
 2. Análisis de los datos obtenidos.
- Discusión:
 1. Bajo qué contexto son veraces los datos obtenidos.

2. Límite de detención y sensibilidad de los dos bioindicadores usados (compáralos).
3. Qué efectos para la salud humana podría tener comer lechugas cultivadas en este suelo o vivir en un lugar cercano a este suelo (lluvia, embalses de agua...).
4. Utilidad de los datos obtenidos.

- Conclusiones

- Recomendaciones:

1. A partir de los datos obtenidos qué les sugeriríais a las personas responsables de hacer las leyes medioambientales y a los agricultores.
2. Como se podría mejorar la calidad de estos suelos contaminados con Cd y Pb.

- Sugerencias para futuras investigaciones (modos de ampliar/mejorar la investigación). *Nota para el profesor, esta es una de las preguntas más abierta de la tarea y entrará en juego la profundización en el trabajo de los alumnos.*

Actividad 4: Los medios de comunicación y el medio ambiente

Esta actividad necesitará dos días de clase como se muestra en la tabla 2.

El primer ejercicio que se desarrollará en esta actividad, será analizar durante una semana las noticias medioambientales que aparecen en los medios de comunicación. Para ello, a varios grupos se les proporcionará una determinada marca de periódico durante una semana, de modo que cada grupo estudiará una marca diferente, apuntando en su libreta las noticias relacionadas con el medio ambiente que encuentren (indicando tema de la noticia, resumen, intención del autor y fuentes que utilizó el autor), además usarán una regla para medir el espacio que ocuparon en el periódico dichas noticias. De este modo podrán calcular el porcentaje del espacio de un periódico que se dedica a noticias relacionadas con el medio ambiente en comparación con el espacio total. Los grupos sobrantes harán lo mismo, pero con las noticias emitidas por televisión de modo que se calculará el porcentaje de tiempo que se dedica al medio ambiente en relación a la duración total del noticiario. Además deberán indicar tema, resumen e intención del reportero, e incluso se podrían comentar las imágenes emitidas.

Por otro lado, una vez realizado y corregido el informe de prácticas los alumnos deberán escribir un artículo de divulgación para publicar en un periódico local. Se le dará libertad al grupo para que usen la estructura que consideren más oportuna. Además, la finalidad y contenido del artículo también será libre, aunque debe estar estrechamente relacionada con el proyecto realizado y debe buscar la sensibilización hacia la conservación del medio ambiente. Los grupos serán libres de decidir sobre qué aspecto

o aspectos del proyecto desean escribir, sobre si quieren informar, crear una reflexión en el lector, hacer un análisis crítico...

Cuando los artículos estén escritos, todos los grupos darán a sus compañeros una fotocopia del suyo. Al día siguiente, se hará un debate en clase para decidir cuál es el mejor artículo para publicar en un periódico. También se debatirá cómo se podría complementar este con párrafos de otros artículos o si es necesario eliminar algunos párrafos. Finalmente, el profesor redactará un nuevo artículo usando como base el artículo ganador y teniendo en cuenta las ideas surgidas del debate. El artículo resultante podría ser mandado a un periódico por el profesor y este intentaría que lo publiquen.

Un ejemplo de artículo de divulgación sobre la contaminación del suelo por metales pesados, se puede encontrar en el siguiente enlace, https://elpais.com/elpais/2018/05/02/planeta_futuro/1525258224_030175.html. El reportaje es de Carlos Laordan y se publicó el día 3 de Mayo de 2018 en El País, planeta futuro.

Actividad 5: Exposición de todo lo aprendido y realizado

Para realizar esta actividad se necesitarán dos horas de clase consecutivas, como se muestra en la tabla 2.

Con este ejercicio se pretende que los estudiantes valiéndose del trabajo de todos, realicen pósters para formar una exposición. Para realizarla se pedirá a las parejas que elijan entre las siguientes partes del proyecto para realizar un póster, según sus intereses:

1. Trabajos de investigación inicial relacionados con el suelo.
2. Trabajos de investigación inicial relacionados con el trabajo científico formal.
3. Trabajos de investigación inicial relacionados con los contaminantes y las actividades económicas.
4. Diseño del experimento con materiales y métodos.
5. Tránsito del trabajo (observaciones, fotos, anécdotas...).
6. Preguntas interesantes relacionadas con el experimento (formulario de preguntas pre-experimento).
7. Resultados, discusión y conclusiones de los datos obtenidos.
8. Recomendaciones.
9. Posibles investigaciones futuras.
10. Artículos periodísticos escritos.

11. Estudio del tiempo/espacio, dedicado al medio ambiente en diferentes noticias y periódicos.

12. Análisis del contenido en las noticias medioambientales encontradas.

Con todos los pósteres se hará una exposición donde cada grupo explicará el suyo a los visitantes. Y estos deberán puntuar a cada grupo en función de la estética de su póster y de la claridad de su explicación. Las puntuaciones junto con las observaciones de los visitantes, deberían de ser comentados en clase.

Las personas asistentes, podrían ser alumnos del centro, familiares de los estudiantes, profesores del centro y demás gente interesada, ya que se podría anunciar la exposición en el artículo de periódico de la actividad 4.

5. Relación entre las actividades propuestas y las competencias clave.

Las competencias no se estudian, ni se enseñan: se entrenan. Para ello, es necesaria la generación de tareas de aprendizaje que permita al alumnado la aplicación del conocimiento que han adquirido. A continuación, se detalla cómo se trabaja cada competencia a lo largo del proyecto.

Competencia lingüística (CL): esta es una de las competencias clave que más se trabajará en el proyecto. Los alumnos adquirirán terminología específica del área que posteriormente le permitirá expresar sus ideas. Entenderán como se estructura un artículo científico y aplicarán estos conocimientos para escribir uno. Después, aprenderán a usar los datos obtenidos en la investigación y redactados en el informe, para escribir un artículo de divulgación. Además, desarrollarán su capacidad para expresarse oralmente en la exposición del trabajo bibliográfico, en la exposición de la actividad 5 y en los debates que se realizarán en algunas clases. También, sabrán analizar cómo los medios de comunicación informan a la población sobre temas relacionados con el medio ambiente.

Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología (CMC): esta competencia se trabajará a lo largo de todo el proyecto, ya que para realizarlo los alumnos deberán hacer cálculos, analizar datos, elaborar hipótesis, interpretar resultados, presentar conclusiones y entender información de carácter científico-tecnológica.

Competencia digital (CD): los alumnos entenderán que deben tratar de forma crítica la información obtenida de internet, contrastándola. Además, practicarán en el uso de programas informáticos como el Word, Excel, PowerPoint, Editor de Póster...

Aprender a aprender (AA): el aprendizaje de esta competencia se ve fuertemente favorecido por la metodología empleada. El APP da la oportunidad a los alumnos de ser autosuficientes con respecto a la enseñanza e implica hacer responsables a los propios

estudiantes de su trabajo. Además, los hace conscientes de lo que son capaces de lograr y les permite desarrollar estrategias para resolver problemas complejos y corregir sus propios errores.

Competencias sociales y cívicas (CSC): el proyecto se realiza entre todos, es decir, que salga bien o mal dependerá de toda la clase. Por eso aprenderán a trabajar en equipo, lo que implica: valorar el trabajo de sus compañeros; respetar las ideas, ritmos y gustos de los demás; entender cómo pueden contribuir a mejorar el proyecto en base al trabajo ya realizado; aceptar críticas por parte de sus compañeros y del profesor y a usar la crítica constructiva como medio para ayudar a sus compañeros a corregirse. Por otro lado, entenderán las consecuencias de la degradación ambiental, preparándose así para ser ciudadanos capaces de tomar decisiones relacionadas con la salud ambiental.

Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (SCIE): para poder desarrollar el proyecto adecuadamente, los estudiantes aprenderán a resolver las cuestiones que se les plantea de manera autónoma, deberán ser capaces de gestionar un proyecto (asumir responsabilidades, organizar su tiempo, evaluar a los demás y autoevaluarse, tomar decisiones y negociar con el profesor y sus compañeros) y tendrán la posibilidad de emplear su pensamiento creativo.

Conciencia y expresiones culturales (CEC): se espera que con este proyecto los alumnos aprendan a valorar y conservar el medio ambiente. También, desarrollarán su capacidad estética: al crear pósteres llamativos, buscar ejemplos de pósteres en internet y creando presentaciones de PowerPoint.

3. Reflexión final

Desafortunadamente, la propuesta no se ha podido llevar al aula por lo que no ha sido posible evaluar su funcionamiento.

Con la realización de las actividades, se espera:

- Que el docente imparta el bloque 4 de contenidos de la materia, a la par que se consolidan conceptos de los bloques 1 y 2.
- Que los estudiantes pongan en práctica los conocimientos aprendidos, estimulando así su capacidad de razonar, su perseverancia, su autonomía y su gusto por la profundización en un tema.
- Fomentar el sentido crítico de los alumnos con respecto a: los medios de comunicación, efectos adversos de las actividades económicas y el desarrollo sostenible.
- Que los alumnos se sientan parte activa de la clase, de cómo trabajen dependerá el resultado de su grupo y en última instancia el de su clase, ya que todos trabajan para un mismo fin.

4. Referencias

Alcalde Aparicio, S. (2017). Impulso y difusión de la Ciencia del Suelo en el 2015. Año Internacional de los Suelos (AIS, 2015).

Lucho-Constantino, C. A., Álvarez-Suárez, M., Beltrán-Hernández, R. I., Prieto-García, F., y Poggi-Varaldo, H. M. (2005). A multivariate analysis of the accumulation and fractionation of major and trace elements in agricultural soils in Hidalgo State, Mexico irrigated with raw wastewater. *Environment international*, 31(3), 313-323.

Martin, C. W. (2000). Heavy metal trends in floodplain sediments and valley fill, River Lahn, Germany. *Catena*, 39(1), 53-68.

Hettiarachchi, G. M., y Pierzynski, G. M. (2002). In situ stabilization of soil lead using phosphorus and manganese oxide. *Journal of Environmental Quality*, 31(2), 564-572.

Barrón, Á., Ferrer-Balas, D., y Navarrete Salvador, A. (2010). Sostenibilización curricular en las universidades españolas ¿Ha llegado la hora de actuar? *Eureka Enseñanza Divulgación Científica*, 7, N° Extraordinario, pp. 388-399.

Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Soloway, E., y Krajcik, J. (1996). Learning with peers: From small group cooperation to collaborative communities. *Educational researcher*, 25(8), 37-39.

Casas del Castillo, R., Pérez Nieto, T., y Carrillo-Rosúa, J. (2017). Propuesta de actividad para la enseñanza de los riesgos que tiene sobre la salud la disminución del ozono atmosférico. *Aires*, 7(1), 1-20.

Davies, N.A., Hodson, M.E., y Black, S. (2003). The influence of time on lead toxicity and bioaccumulation determined by the OECD earthworm toxicity test. *Environmental Pollutant*, 121, 55-61.

Domínguez, J., Rodríguez, C.M. y Negrín, M.A. (2005). La educación edafológica entre el tránsito de la Educación Secundaria a la Universidad. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra. VII Congreso.

EPA, U. (1996). Ecological effects test guidelines. *Gammarid acute toxicity test OPPTS*, 850.

Eschenhagen, M. L. (2007). Las cumbres ambientales internacionales y la educación ambiental. *OASIS*, (12), 39-76.

Krajcik, J. S., y Blumenfeld, P. C. (2006). *Project-based learning* (pp. 317-34). na.

FAO, 2007. Base referencial internacional del recurso suelo. Un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional.

Hernández, A. J., Gutiérrez Ginés, y M., Pastor Piñeiro, J. (2010). Investigación del tratamiento de la contaminación del suelo en libros de texto para escolares y alternativas docentes experimentadas. *El suelo; funciones y manejo*, Ed. Copicentro Granada.

Larmer, J., y Mergendoller, J. R. (2010). The main course, not dessert: How are students reaching 21st century goals? With 21st century project based learning. *Buck Institute for Education*.

Monterrey, I. T. (2005). *Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño. El método de proyectos como técnica didáctica*. Recuperado de http://sitios.itesm.mx/va/dide/docs_internos/inf-doc/tecnicas-modelo.PDF.

Neuhauser, E. F., Loehr, R. C., Milligan, D. L., y Malecki, M. R. (1985). Toxicity of metals to the earthworm *Eisenia fetida*. *Biology and Fertility of Soils*, 1(3), 149-152.

Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado.

Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.

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

Restrepo Gómez, B. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y educadores*, 8.

Rivas, M. C. O. (2005). Trabajo Cooperativo. *Revista digital, Innovación y*.

Rodríguez-Sandoval, E., Vargas-Solano, y É. M., Luna-Cortés, J. (2010). Evaluación de la estrategia " aprendizaje basado en proyectos". *Educación y educadores*, 13(1), 13-25.

Sawyer, R. K. (2006). Educating for innovation. *Thinking skills and creativity*, 1(1), 41-48.

Spurgeon, D.J., Hopkin,S.P., y Jones,D.T. (1994). Effects of cadmium, copper, lead and zinc on growth, reproduction and survival of the earthworm *Eisenia fetida* (Savigny): assessing the environmental impact of point-source metal contamination in terrestrial ecosystems. *Enviromental Pollutant*, 84,123–130.

Test, OECD. (1984). 207: earthworm, acute toxicity tests. Organization for Economic Cooperation and Development, editor. *OECD guidelines for testing of chemicals*.

Vergara, J. (2015). *Qué NO es el aprendizaje basado en proyectos*. Recuperado de <http://www.juanjovergara.com>.

Vergara Ramírez, J. J. (2015). Aprendo porque quiero. *El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), paso a paso*. Editorial SM: Biblioteca Innovación Educativa.

Žaltauskaitė, J., y Sodienė, I. (2014). Effects of cadmium and lead on the life-cycle parameters of juvenile earthworm *Eisenia fetida*. *Ecotoxicology and environmental safety*, 103, 9-1.