

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

Grado en Ciencias Ambientales



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA POLITÈCNICA
SUPERIOR DE GANDIA

“Elaboración de material didáctico sobre la contaminación de suelos ”

TRABAJO FINAL DE GRADO

Autor/a:

Gema Grau Martínez

Tutor/a:

Cristina Lull Noguera

GANDIA, 2019

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Objetivo.....	3
3. Justificación.....	4
4. Marco teórico	5
4.1. La contaminación de los suelos	5
4.1.1. El suelo	5
4.1.2. Definición de suelo contaminado	6
4.1.3. Fuentes de la contaminación de los suelos.....	8
4.1.4. Principales contaminantes en los suelos	10
4.1.5. Problemas asociados a la contaminación de los suelos	11
4.2. La contaminación del suelo en los currículos de la Educación Primaria y Secundaria.....	13
4.3. Estructuración de una Unidad Didáctica	15
4.3.1. Papel de las unidades didácticas.....	15
4.3.2. Qué es una unidad didáctica.....	16
4.3.3. Elementos de una unidad didáctica	16
5. Propuesta didáctica	17
5.1. Introducción.....	17
5.2. Contextualización	17
5.2.1. Características del alumnado	17
5.2.2. Asignaturas en las que se incluyen las Unidades Didácticas	18
6. Unidades Didácticas.....	19
6.1. Título	19
6.2. Objetivos	20
6.3. Competencias.....	20
6.4. Contenidos	23
6.5. Recursos	24
6.5.1. Recursos materiales	24
6.5.2. Recursos organizativos	24
6.6. Temporalización	24
6.7. Actividades	25
6.8. Evaluación	41
7. Difusión del material didáctico.....	43
8. Bibliografía	43

Índice de Figuras

Figura 1. Funciones del suelo.	6
Figura 2. Asociación entre contaminación del suelo y riesgo para la salud humana y para los ecosistemas.	8
Figura 3. Origen de la contaminación del suelo.	9
Figura 4. Principales contaminantes que afectan a los suelos y las aguas subterráneas en Europa. Fuente: Agencia Medioambiental Europea. https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/progress-in-management-of-contaminated-sites-3/assessment . Fecha de consulta:13/02/2019.	11
Figura 5. Principales vías de entrada de los contaminantes en los organismos.	12
Figura 6. Marco para la programación de una unidad didáctica. Fuente: modificado de Estaire (2004).	17
Figura 7. Características de las ciencias. Fuente: modificado de Mesa-Melero (2017).	19

Índice de Tablas

Tabla 1. Documentos oficiales que plasman la importancia de los suelos y su conservación.	2
Tabla 2. Perfil competencial asociado al perfil profesional “Formación y educación ambiental”. Fuente: ANECA, 2004.	4
Tabla 3. Relación de contaminantes con las rutas de exposición. Información obtenida de Steffan y col. (2018).	12
Tabla 4. Competencias clave. Fuente: Ministerio de Educación y Formación Profesional.	21
Tabla 5. Competencias clave. Fuente: Ministerio de Educación y Formación Profesional. Continuación.	22
Tabla 6. Contenidos de las unidades didácticas, criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y competencias. Fuente: elaboración propia.	23
Tabla 7. Evaluación del cuaderno de actividades. Fuente: elaboración propia.	41
Tabla 8. Evaluación de la prueba escrita. Fuente: elaboración propia.	42
Tabla 9. Evaluación del trabajo en grupo. Fuente: elaboración propia.	42
Tabla 10. Evaluación de las observaciones. Fuente: elaboración propia.	42
Tabla 11. Evaluación de la participación en clase. Fuente: elaboración propia.	42
Tabla 12. Evaluación de la asistencia. Fuente: elaboración propia.	42

RESUMEN

El objetivo principal del presente trabajo es realizar una propuesta didáctica para la enseñanza de la contaminación de los suelos destinada a estudiantes de quinto y sexto de Educación Primaria y de primero de Educación Secundaria Obligatoria. La contaminación del suelo plantea un serio desafío para la productividad agrícola, la seguridad alimentaria y la salud humana, de ahí la necesidad de tratar este tema en el aula y de que los escolares asienten las ideas básicas sobre este problema y que desarrollen una actitud crítica ante este fenómeno. Las propuestas didácticas se han realizado teniendo en cuenta una metodología activa y participativa, asentada en el aprendizaje cooperativo. Las actividades propuestas como material didáctico expresan la importancia del aprendizaje teórico a través de actividades experimentales, la importancia de la reflexión sobre la actividad realizada y la importancia de la comunicación de lo aprendido y de las propias ideas. Tanto la Unidad Didáctica propuesta para Primaria “Sobrevivir en el suelo” como para Secundaria “Protegiendo los suelos de la contaminación” tienen como eje central conocer el origen de la contaminación de los suelos, así como su efecto sobre las personas y el medio ambiente y su prevención.

Palabras Clave: contaminación del suelo, material didáctico, aprendizaje experimental, aprendizaje cooperativo.

ABSTRACT

The main objective of the present document is to prepare a didactic proposal for the teaching of soil contamination for students of fifth and sixth year of Primary Education and the first year of Compulsory Secondary Education. Soil contamination poses a serious challenge for agricultural productivity, food safety and human health, hence the need to address this issue in the classroom and that students settle the basic ideas on this problem and develop a critical attitude about this phenomenon. The didactic proposals have been made considering an active and participatory methodology, based on cooperative learning. The activities proposed as didactic material express the importance of theoretical learning through experimental activities, the importance of reflecting on the activity carried out and the importance of communicating what has been learned and one's own ideas. Both, the Didactic Unit proposed for Primary Education "Surviving on the soil" and for Secondary Education "Protecting the soil from pollution" have as central axis knowing the origin of soil contamination, as well as its effect on people and the environment and its prevention.

Keywords: soil contamination, didactic material, experimental learning, cooperative learning.

1. Introducción

El suelo es un recurso natural necesario para la alimentación humana, la calidad de las aguas subterráneas, el mantenimiento y desarrollo de los bosques, la conservación de la biodiversidad y la mitigación del cambio climático, por tanto, los suelos son claves para la vida de la Tierra.

Los procesos de degradación de los suelos son un problema importante en todo el mundo y conllevan graves problemas medioambientales, sociales y económicos (Comisión Europea, 2002).

Los suelos son un recurso natural no renovable a escala temporal humana, con cinéticas de formación lentas y tasas de degradación rápidas.

Son varias las acciones internacionales oficiales que tratan de informar y concienciar de la importancia de los suelos para la vida de las personas y de la Tierra. La Tabla 1 recoge varios documentos fruto de estas acciones en las que se plasma la necesidad del cuidado de los suelos evitando los procesos degradativos de este, entre ellos su contaminación. Cabe destacar, la Carta del Suelo del Consejo de Europa, de 1972, la cual indica que el suelo es uno de los bienes más apreciados de la humanidad, utilizado para la agricultura, la industria y otros fines, y que los agricultores y silvicultores deben aplicar métodos que preserven la calidad del suelo, también indica que los suelos deben ser protegidos contra la contaminación y que la conservación del suelo debe ser materia de enseñanza a todos los niveles y de información pública actualizada. En 1981, la primera Carta Mundial de los Suelos fue aprobada por la Conferencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO) y posteriormente fue revisada por la Conferencia de la FAO en 2015. Dicha Carta revisada recoge que el mantenimiento de los recursos mundiales de suelos es fundamental para poder alimentar a la humanidad y que se prevé un aumento de la producción de alimentos y fibras lo que supone una mayor presión sobre los suelos. Por tanto, es necesario llevar a cabo una gestión sostenible de los suelos, que conlleva que el suelo realice sus servicios sin que esto afecte de manera significativa a sus funciones futuras. Menciona la Carta Mundial de los Suelos que la degradación del suelo conlleva la reducción o eliminación de funciones del suelo, afectando por tanto a la capacidad de estas últimas de respaldar servicios ecosistémicos que son esenciales para el bienestar humano. Una de las medidas que se recogen en esta Carta es la de evitar la acumulación de contaminantes en el suelo a través del establecimiento y aplicación de reglamentos. Señala también la Carta la medida a adoptar por grupos y por la comunidad científica de difundir información y conocimientos sobre suelo.

Tabla 1. Documentos oficiales que plasman la importancia de los suelos y su conservación.

Documento	Autor (año de publicación)	Información relevante sobre los suelos y su degradación
Carta Europea del Suelo	Consejo de Europa (1972)	<p>“El suelo es uno de los bienes más apreciados de la humanidad. Permite la vida de los vegetales, los animales y las personas en la superficie de la Tierra”. “El suelo es un recurso limitado y fácil de destruir”. “Los suelos deben ser protegidos contra la <u>contaminación</u>”. “La conservación del suelo debe ser materia de <u>enseñanza</u> a todos los niveles y de información pública actualizada”.</p>
Hacia una estrategia temática para la protección del suelo	Comisión Europea (2002)	<p>“El suelo es un recurso vital y en gran parte no renovable que está sometido a una presión cada vez mayor”. “Desempeña una serie de funciones clave tanto <u>medioambientales</u> como sociales y económicas, que resultan fundamentales para la vida”. “Para que el suelo pueda desempeñar sus numerosas funciones, es necesario mantenerlo en buen estado. No obstante, hay pruebas de que el suelo puede estar cada vez más amenazado por una serie de actividades humanas que podrían contribuir a su degradación”. El suelo se enfrenta, entre otras, a la amenaza de la <u>contaminación difusa y local</u>.</p>
Carta Mundial de los Suelos revisada	39ª Conferencia de la FAO (2015)	<p>Los suelos son fundamentales para la vida en la Tierra, pero las presiones sobre los recursos de suelos están alcanzando límites críticos. Una gestión cuidadosa del suelo constituye un factor esencial de la agricultura sostenible y proporciona también un resorte valioso para regular el clima y un camino para salvaguardar los servicios ecosistémicos y la biodiversidad. En esta Carta se recoge que se alienta a revisar por los gobiernos diferentes medidas, entre ellas la de “Establecer y aplicar reglamentos con el fin de <u>limitar la acumulación de contaminantes</u> más allá de niveles establecidos para proteger la salud y el bienestar humanos y facilitar la <u>recuperación de suelos contaminados</u> en los que se superen esos límites cuando supongan una amenaza para los seres humanos, las plantas y los animales”.</p>

Todos, incluyendo los más pequeños hemos de ser conscientes de que el suelo es un recurso natural no renovable a escala temporal humana sometido a procesos degradativos. Como se indica en el Libro Blanco “Tratamiento del suelo en los libros de texto de Enseñanza Secundaria Obligatoria y de Bachillerato en España” (SECS, 2017) para adquirir esta conciencia es necesario conocer qué es el suelo, cuáles son sus funciones, cómo se comporta, que servicios presta y para ello este conocimiento se debe adquirir en una edad muy temprana. Para proteger los suelos es necesario un comportamiento ético de toda la ciudadanía que pasa por la formación en esta materia tanto en la Educación Primaria como en la Secundaria Obligatoria.

La educación ambiental es esencial en el cuidado del medioambiente ya que se trata de un proceso de formación que conlleva la toma de conciencia de la importancia del medio ambiente promoviendo el desarrollo de valores y actitudes que favorezcan el uso racional de los recursos naturales y el dar solución a los problemas medioambientales. La contaminación de los suelos puede deberse a procesos naturales o ser resultado de actividades antrópicas. En este último caso es necesario una mayor concienciación para evitar la degradación de los suelos y ser conscientes de la necesidad de formar parte de la solución de este problema grave que es la contaminación de los suelos.

2. Objetivo

El objetivo de este Trabajo Final de Grado es elaborar y proponer material didáctico sobre la contaminación de suelos para estudiantes de primaria y secundaria, así como estudiar la difusión de dicho material.

El objetivo general se concreta en tres objetivos específicos: 1) preparación de una Unidad Didáctica destinada a quinto y sexto de Educación Primaria, 2) elaboración de una Unidad Didáctica para primero de Educación Secundaria Obligatoria, y 3) estudio de la difusión del material preparado.

Se expone en esta memoria del Trabajo Final de Grado el marco teórico en el que se apoyan los objetivos a conseguir. El marco teórico incluye tanto la profundización en la contaminación de los suelos como su base en los currículums de Primaria y Secundaria, así como los elementos constituyentes de una Unidad Didáctica.

3. Justificación

El Libro Blanco en Ciencias Ambientales desarrollado por Agencia Española de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA, 2004) define los perfiles profesionales, siendo uno de los perfiles la “Formación y educación ambiental”. En este perfil se engloban los ambientólogos que se dedican a la enseñanza y divulgación ligada al medio ambiente (Becerra-Barón y col., 2014). Queda recogido en el Libro Blanco mencionado que “la educación ambiental no es un conocimiento que se pueda estudiar ni impartir, más bien es un valor, un patrón de comportamiento, por lo que el educador ambiental debe incidir más en las actitudes que en los conocimientos, y para ello es necesario tener un mínimo de conocimientos en pedagogía.”. El material didáctico preparado en este Trabajo Final de Grado puede servir tanto a los profesionales dedicados a la educación formal dentro de la especialidad de Ciencias Naturales y Ciencias Sociales, como a los dedicados a la educación no formal. La Tabla 2 recoge el perfil competencial asociado al perfil profesional “Formación y educación ambiental”.

Tabla 2. Perfil competencial asociado al perfil profesional “Formación y educación ambiental”.
Fuente: ANECA, 2004.

PERFIL PROFESIONAL	PERFIL COMPETENCIAL
Formación y educación ambiental	<ul style="list-style-type: none">- Diseño y desarrollo de campañas de comunicación y educación ambiental- Organización de jornadas ambientales- Elaboración de materiales didácticos- Preparación e impartición de cursos de formación ambiental en centros de estudios y en empresas- Elaboración de memorias y evaluaciones de los proyectos y actividades realizadas

Resaltar, que la educación no formal es también importante a la hora de concienciar a la entera sociedad sobre el grave problema de la contaminación de los suelos y de la necesidad de su prevención. Entre las actividades que realizan los ambientólogos en el ámbito de la educación no formal se encuentran el diseño y programación de actividades de educación y sensibilización ambiental, las campañas informativas a distintos colectivos de la sociedad, rutas guiadas por espacios naturales, etc. Este perfil profesional es de gran importancia en la sociedad para el desarrollo sostenible. El desarrollo sostenible

busca satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin poner en peligro las necesidades de las generaciones futuras, para ello tiene en cuenta tanto consideraciones económicas, como sociales y medioambientales que se refuerzan mutuamente. La Agenda 2030 de las Naciones Unidas define el nuevo marco para el desarrollo sostenible a nivel mundial a través de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, entre los que se encuentran varios ligados directa o indirectamente con la calidad de los suelos y los efectos de su degradación por contaminación, como son por ejemplo: vida de ecosistemas terrestres, agua limpia, salud y bienestar, etc.

4. Marco teórico

4.1. La contaminación de los suelos

4.1.1. El suelo

El suelo es la capa superior de la corteza terrestre, y se ha formado gracias a una serie de factores formadores (clima, litología, relieve, organismos, tiempo, acción humana) y de procesos formadores (fragmentación, alteración química, alteración biológica, translocación de sustancias, transformaciones de la materia orgánica y de los minerales, etc.).

El suelo se compone de partículas minerales, materia orgánica, agua (solución del suelo), aire y organismos vivos, por tanto, se puede decir que es un sistema complejo con múltiples componentes.

El suelo es un sistema vivo, dinámico y organizado en los distintos horizontes del perfil del suelo. El suelo es un sistema vivo con presencia de vida vegetal y animal y es dinámico ya que nace y evoluciona y tiene capacidad de respuesta a los cambios ambientales, evolucionando hacia un tipo diferente de suelo en equilibrio con las nuevas condiciones.

El suelo es de gran importancia para la humanidad ya que entre sus funciones (Figura 1) está la producción de alimentos y biomasa (forrajes, fibras, biocombustibles, masas forestales, etc.), filtro natural de las aguas subterráneas, almacén y fuente de materias primas (arcillas, minerales, turba, etc.), hábitat y reserva genética de una cantidad ingente de organismos, interviene en la regulación del microclima, es base para las actividades humanas y es elemento del paisaje y del patrimonio cultural, tiene la posibilidad de mitigar el cambio climático a través del almacenamiento de carbono orgánico y puede atenuar los contaminantes ambientales y los patógenos (Comisión Europea, 2002).

En este sistema complejo, se desarrollan distintas especies vegetales que extraen del suelo nutrientes (compuestos orgánicos e inorgánicos) para su desarrollo. A su vez, existen muchos animales que se alimentan de estas plantas y posteriormente, sirven de alimento para otras especies, por ello, se puede considerar que el suelo tiene un papel importante en la cadena trófica y se puede afirmar que juega un papel esencial en los ecosistemas terrestres.

Los suelos están sometidos a procesos de degradación como son la erosión, la pérdida de materia orgánica, la contaminación local y difusa, el sellado, la compactación, la reducción de la diversidad biológica, la salinización, las inundaciones y los deslizamientos de tierras (Comisión Europea, 2006).

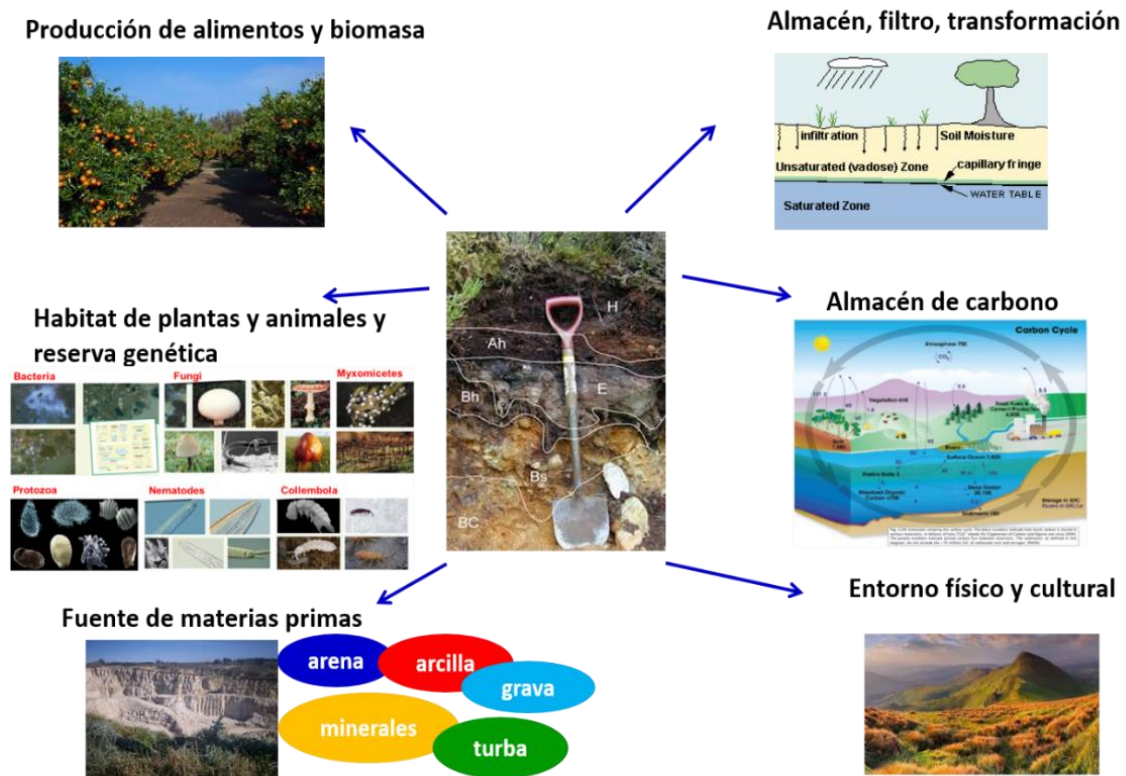


Figura 1. Funciones del suelo.

4.1.2. Definición de suelo contaminado

El suelo se considera contaminado cuando la concentración de sustancias químicas, u otros elementos en el suelo alteran las características físicas, químicas o biológicas del suelo afectando a algunas de las funciones del suelo y comportando un riesgo inaceptable para la salud humana o para los ecosistemas.

La contaminación del suelo puede provocar la pérdida parcial o total de la productividad del suelo como consecuencia de la acumulación de sustancias tóxicas en unas concentraciones que superan el poder de amortiguación natural del suelo y que modifican negativamente sus propiedades; puede conllevar también la contaminación cruzada del agua.

Desde el punto de vista jurídico en España, la definición de suelo contaminado queda recogida tanto en el Real Decreto 9/2005 por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados, como en la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados. De acuerdo con la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados, un suelo contaminado es “aquel cuyas características han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes químicos de carácter peligroso procedentes de la actividad humana, en concentración tal que comporte un riesgo inaceptable para la salud humana o el medio ambiente, de acuerdo con los criterios y estándares que se determinen por el Gobierno, y así se haya declarado mediante resolución expresa”. Por tanto, el concepto de suelo contaminado va ligado al de riesgo (Figura 2). La definición de riesgo viene recogida en el Real Decreto 9/2005 “Riesgo: probabilidad de que un contaminante presente en el suelo entre en contacto con algún receptor con consecuencias adversas para la salud de las personas o el medio ambiente”. También concreta el Real Decreto 9/2005 que en términos de protección de la salud humana, se asume que, para sustancias cancerígenas, una situación de riesgo aceptable es aquella en que la frecuencia esperada de aparición de cáncer en la población expuesta no excede en uno por cada cien mil casos, mientras que para sustancias con efectos sistémicos, se asume como una situación de riesgo aceptable aquella en que, para cada sustancia, el cociente entre la dosis de exposición a largo plazo y la dosis máxima admisible es inferior a la unidad. En términos de protección de los ecosistemas, se asume como una situación de riesgo aceptable aquella en que, para cada sustancia, el cociente entre el nivel de exposición, expresado como concentración, y el umbral ecotoxicológico (definido por la concentración máxima para la que no se esperan efectos sobre los ecosistemas) es inferior a la unidad.

En inglés se distingue entre “soil contamination” y “soil pollution”. Se emplea “soil contamination” cuando la concentración de un producto químico o sustancia es más alta de la que se daría en un suelo de manera natural pero no necesariamente causa un daño, mientras que “soil pollution” se utiliza para referirse a la presencia de un producto químico o sustancia que no es natural en el suelo y/o se presenta en una concentración más alta de lo normal y que tiene efectos adversos en cualquier organismo no diana (Rodríguez-Eugenio y col., 2018).

CONTAMINACIÓN

RIESGO INACEPTABLE



Figura 2. Asociación entre contaminación del suelo y riesgo para la salud humana y para los ecosistemas.

Aunque la mayoría de los contaminantes de los suelos tienen origen en las actividades humanas, algunos contaminantes pueden ser de origen natural, debido por ejemplo al proceso de concentración de algunos metales en los suelos. Un ejemplo de esto último serían los suelos desarrollados sobre serpentinas, con altos contenidos en elementos como Cr, Ni, Cu y Mn (Jiménez, 2017). La contaminación del suelo a menudo no puede evaluarse directamente ni percibirse visualmente, lo que lo convierte en un peligro oculto. Sin embargo, existen ejemplos de suelos contaminados de graves consecuencias medioambientales y humanas como son el accidente en la planta nuclear de Chernobyl en 1986, la rotura de la presa minera en Aznalcóllar en 1998, el accidente en la planta nuclear de Fukushima en 2011, rotura en una balsa con residuos obtenidos del proceso de obtención de aluminio Hungría en 2010.

4.1.3. Fuentes de la contaminación de los suelos

Al hablar de la contaminación, se distingue entre contaminación difusa y puntual (Figura 3). La contaminación difusa no suele tener una fuente única o fácilmente identificable. Algunos ejemplos de contaminación difusa son la aplicación al suelo de lodos de depuradora o aguas residuales que no estén bien tratados, el uso agrícola de pesticidas y fertilizantes que pueden añadir al suelo metales pesados, contaminantes orgánicos persistentes, exceso de nutrientes, etc., y las deposiciones atmosféricas.

La contaminación difusa implica el transporte de contaminantes a través de sistemas aire-suelo-agua y tiene un impacto significativo en el medio ambiente y en la salud humana, aunque su gravedad y alcance son generalmente desconocidos. La contaminación difusa es difícil de analizar, y puede ser un desafío rastrear y delimitar su extensión espacial. Contaminantes que llegan al suelo por deposición

atmosférica son los hidrocarburos aromáticos policíclicos, policlorobifenilos, agentes contaminantes acidificantes (SO₂, NO_x), metales pesados y amoniaco (procede de la agricultura, transporte e industria)

Las principales fuentes de la contaminación puntual o local son las actividades industriales y comerciales que tienen como materias primas o residuos productos peligrosos, así como los vertederos no controlados o la minería, tanto en funcionamiento como tras su cierre. Dichas prácticas pueden suponer un riesgo tanto para el suelo como para el agua.

De acuerdo con los documentos “El Medio Ambiente en Europa: Segunda evaluación” y “El Medio Ambiente en Europa: Tercera evaluación” de la Agencia Europea de Medio Ambiente (1998 y 2003 respectivamente) el gran incremento de residuos y el uso de productos químicos durante los últimos 40 años han ocasionado diversos problemas edáficos e indican como las fuentes principales de contaminación del suelo:

- vertidos inadecuados o no autorizados en las aguas;
- manipulación incorrecta de sustancias peligrosas (esto es, fugas y almacenamiento inadecuado);
- abandono de enclaves industriales, militares y mineros;
- accidentes.



Figura 3. Origen de la contaminación del suelo.

La contaminación del suelo en las actividades industriales puede proceder de fugas de productos peligrosos almacenados en tanques subterráneos, superficiales o balsas, o transportados por conducciones subterráneas, redes de saneamiento, accidentes en las operaciones de transporte, carga y

descarga de sustancias líquidas peligrosas, procesos industriales abiertos, falta de mantenimiento de las instalaciones industriales, abandono de instalaciones (tuberías, tanques, cubetas) sin previa limpieza (IHOBE, 2009), lixiviación de vertederos, uso no adecuado de fertilizantes y pesticidas, irrigación con aguas residuales o lodos de depuradoras no tratadas adecuadamente.

4.1.4. Principales contaminantes en los suelos

Se considera contaminante toda sustancia que tiene el potencial de presentar un riesgo de dañar a la salud humana o cualquier otro valor medioambiental. Actualmente la cantidad y variedad de productos potencialmente contaminantes de un suelo es prácticamente inabarcable, por lo que a la hora de estudiarse se agrupan los más característicos y peligrosos. Resaltar que a la hora de evaluar los efectos de los contaminantes en el suelo para la salud humana y para el ecosistema no sólo hay que considerar su concentración sino también su comportamiento ambiental y los mecanismos de exposición.

De acuerdo con la Agencia de Protección Medioambiental (EPA) de los Estados Unidos y la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR, por sus siglas en inglés), las sustancias más peligrosas, no sólo por su toxicidad sino por la combinación de frecuencia, toxicidad y potencial humano de exposición a estos productos, son diversos metales como el arsénico, el mercurio, el plomo, el cadmio, el cromo hexavalente, los policlorobifenilos, el benceno (de la familia BTX: benceno, tolueno, xileno), los hidrocarburos aromáticos policíclicos, pesticidas organoclorados como el DDT, etc. La Figura 4 recoge los principales contaminantes que se encuentran en los suelos y las aguas subterráneas en Europa, destacando los metales pesados, los aceites minerales, los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HPA), los hidrocarburos aromáticos y los hidrocarburos clorados.

Las estimaciones globales de la Agencia Europea de Medio Ambiente identifican a los metales y los aceites minerales como los principales contaminantes del suelo en Europa. Afectan casi al 90% de los sitios europeos para los que se dispone de información sobre contaminantes, mientras que su contribución relativa puede variar mucho de un país a otro.

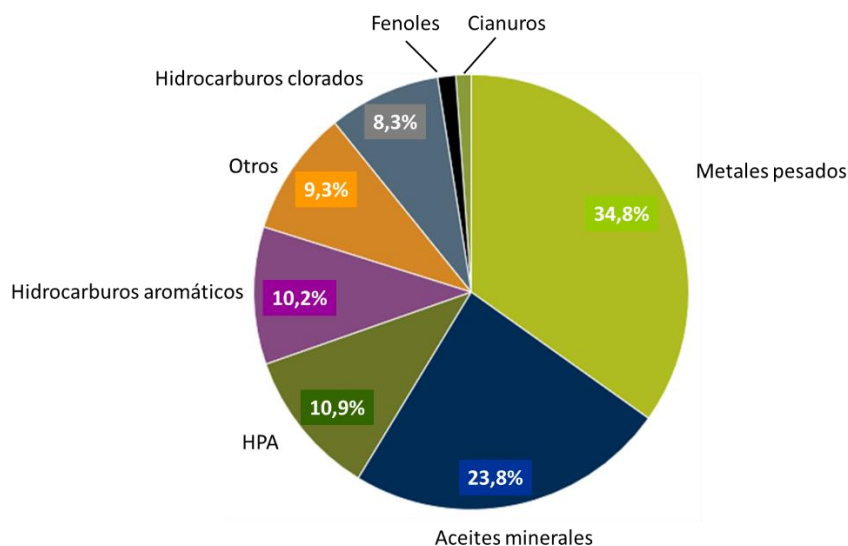


Figura 4. Principales contaminantes que afectan a los suelos y las aguas subterráneas en Europa. Fuente: Agencia Medioambiental Europea. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/progress-in-management-of-contaminated-sites-3/assessment>. Fecha de consulta: 13/02/2019.

4.1.5. Problemas asociados a la contaminación de los suelos

Los suelos contaminados pueden tener efectos muy diversos, desde el riesgo tóxico para la salud humana y para los ecosistemas hasta pérdidas de recursos naturales y económicos. Los principales peligros son el peligro toxicológico para la salud humana, peligro de contaminación de aguas superficiales, aguas subterráneas, atmósfera, sedimentos de ríos, del aire interior de las instalaciones, etc., peligro físico por explosión o fuego, corrosión de estructuras y peligro de contaminación de los alimentos cultivados y animales de granja. En ocasiones las consecuencias de los suelos contaminados no se detectan de inmediato por lo que los peligros potenciales pueden tardar décadas en manifestarse con efectos de gran magnitud.

Algunos de los contaminantes que llegan a los suelos tienen efectos cancerígenos como por ejemplo el benceno o algunos hidrocarburos aromáticos policíclicos (ej. benzo(a)pireno, benz(a)antraceno) y otros ejercen un efecto sistémico en los organismos como el plomo. Las personas que trabajan en contacto con el suelo, como los agricultores, los constructores o los mineros, tienen mayor riesgo de padecer problemas de salud debido al contacto directo con el suelo. El riesgo también se puede originar por el consumo de vegetales cultivados en suelos contaminados, o por consumir agua procedente de aguas subterráneas con contaminantes procedente del suelo. Las partículas de suelo con contaminantes pueden ser inhaladas por las personas y pueden provocar efectos negativos en la salud. La Figura 5

resume las vías de entrada de los contaminantes a posibles organismos diana, siendo las tres más comunes la ingestión, inhalación y absorción por la piel o penetración (Brevik, 2013).

La absorción o penetración de la piel puede exponer a un individuo a patógenos y sustancias químicas del suelo. La ingestión de suelo puede ocurrir de manera deliberada o accidentalmente, durante el contacto mano a boca (especialmente en niños) o cuando los vegetales crudos se consumen sin lavarse. La inhalación implica la entrada en el organismo de contaminantes volátiles o partículas de suelo contaminadas, esto implica problemas graves como la coccidioidomicosis (Steffan y col., 2018).

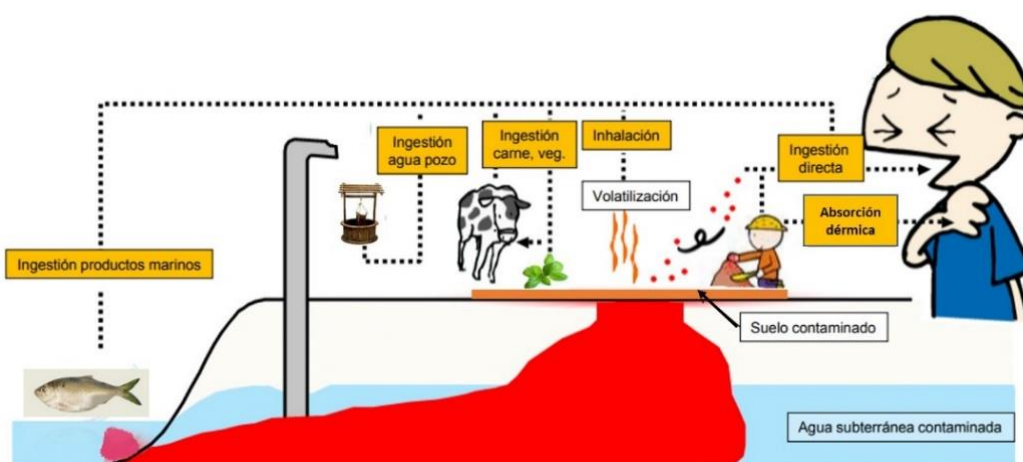


Figura 5. Principales vías de entrada de los contaminantes en los organismos.

La Tabla 3 recoge diferentes contaminantes y las rutas de exposición más usuales.

Tabla 3. Relación de contaminantes con las rutas de exposición. Información obtenida de Steffan y col. (2018).

Contaminantes	Plomo	Arsénico	Cadmio	Nitratos	Mercurio	Radionucleidos	Productos químicos orgánicos xenobióticos
Vías de exposición	Ingestión Inhalación	Ingestión	Ingestión Inhalación	Ingestión	Ingestión Inhalación Absorción por la piel	Absorción por la piel	Ingestión Inhalación

4.2. La contaminación del suelo en los currículos de la Educación Primaria y Secundaria

Para el desarrollo de este punto, se tiene que tener en cuenta la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa, concretamente el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria y 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.

Dicha Ley, modificó el artículo 6 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, para definir el currículo como la regulación de los elementos que determinan los procesos de enseñanza y aprendizaje para cada una de las enseñanzas. Los currículos estarán integrados por los objetivos de cada enseñanza y etapa educativa; las competencias, o capacidades para activar y aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, para lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos; los contenidos, o conjuntos de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que contribuyen al logro de los objetivos de cada enseñanza y etapa educativa y a la adquisición de competencias; la metodología didáctica, que comprende tanto la descripción de las prácticas docentes como la organización del trabajo de los docentes; los estándares y resultados de aprendizaje evaluables; y los criterios de evaluación del grado de adquisición de las competencias y del logro de los objetivos de cada enseñanza y etapa educativa.

La nueva organización de la Educación Primaria se desarrolla en los artículos 16 a 21 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, tras su modificación realizada por la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre. El currículo básico de las asignaturas correspondientes a la Educación Primaria se ha diseñado de acuerdo con lo indicado en dichos artículos, en un intento de simplificar su regulación, que se ha centrado en los elementos curriculares indispensables.

Uno de los objetivos que incluye el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria es conocer los aspectos fundamentales de las Ciencias de la Naturaleza, las Ciencias Sociales, la Geografía, la Historia y la Cultura. En el Bloque 2, ‘El mundo en el que vivimos’, se trata el tema de los problemas de la contaminación con unos estándares de aprendizaje evaluables que establecen el uso sostenible de los recursos naturales proponiendo y adoptando una serie de medidas y actuaciones que conducen a la mejora de las condiciones ambientales de nuestro planeta.

En cuanto a la nueva organización de la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato, esta se desarrolla en los artículos 22 a 31 y 32 a 38, respectivamente, de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de

mayo, tras su modificación realizada por la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre. El currículo básico de las asignaturas correspondientes a dichas enseñanzas se ha diseñado de acuerdo con lo indicado en dichos artículos, en un intento de simplificar su regulación, que se ha centrado en los elementos curriculares indispensables.

En primer y tercer curso de la Educación Secundaria Obligatoria, se encuentran como materias generales del bloque de asignaturas troncales, la asignatura de Biología y Geología. En esta materia se incluye el bloque 2, ‘La Tierra en el universo’, en el que se pretende investigar y obtener información sobre los problemas de contaminación ambiental actuales y también sus repercusiones, y enseñar actitudes a los alumnos que contribuyan a la solución de los problemas. Los estándares de aprendizaje evaluables para este bloque que tienen relación con la contaminación del suelo es que se consiga relacionar la contaminación ambiental con el deterioro del medio ambiente, proponiendo acciones y nuevos hábitos para conseguir solucionarlo. Por otra parte, en el bloque 6, ‘Los ecosistemas’ en el que se evaluará el valor del suelo y los riesgos que implica su degradación y sobreexplotación entre otros. En los estándares de aprendizaje evaluables para este bloque, cabe destacar que uno de ellos busca que los alumnos reconozcan que el suelo es una estructura frágil y que surge la necesidad de otorgarle protección.

En el cuarto curso, en el bloque 3, ‘Ecología y medio ambiente’ en los contenidos se incluyen los residuos y su gestión, junto con el estudio de algunas técnicas para determinar el grado de contaminación y depuración del medio ambiente. En este bloque finalmente se espera que los alumnos puedan argumentar sobre las actividades humanas que influyen en los ecosistemas negativamente, por ejemplo, provocando contaminación, desertización, extinción de recursos...

En la asignatura de ciencias aplicadas a la actividad profesional se incluye en el bloque 2, ‘Aplicaciones de la ciencia en la conservación del medio ambiente’ la contaminación de los suelos, especificando en qué consiste la contaminación y los efectos contaminantes que provienen de la industria y de las actividades agrícolas que afectan al suelo, así como también se pretende que los alumnos identifiquen y describan el concepto de desarrollo sostenible, indicando soluciones para la degradación medioambiental.

Distintos autores han analizado en libros de texto la enseñanza del contenido “suelo”. Por ejemplo, Vila y Vílchez-González (2017) analizaron 8 libros en los que se estudiaron las variables “superficie”, “definición”, “componentes”, “formación”, “importancia”, “amenazas”, “cuidado” y “errores”. Se remarcan valores positivos en las variables “amenazas”, “definición” y “cuidado”. Dichas variables son las que más influencia tienen en los niños a nivel medioambiental. Por otra parte, la variable que

se ve afectada negativamente es la de la importancia del suelo para los seres humanos, ya que es la menos valorada. La palabra amenazas incluye distintos tipos de degradación de los suelos entre los que se encuentra la contaminación de los suelos.

Hernández y col. (2010) indican que las referencias que se hacen en los libros de texto analizados sobre la contaminación del suelo son muy escasas, siendo solo un 30% de los estudiados los que hacen alusión a esta contaminación. El contenido que se muestra en cuanto a suelos contaminados, simplemente son los abonos químicos y los pesticidas, siendo muchos otros los causantes de la contaminación. Esto se debe a que los productos utilizados en la agricultura afectan a los alimentos vegetales que consumimos, siendo indirectamente una de las causas de riesgo para la salud humana.

Es interesante el estudio de Reyes-Sánchez (2012) “Enseñanza de la ciencia del suelo: estrategia y garantía de futuro”, en dicho estudio se reflexiona sobre el por qué enseñar ciencia del suelo desde la educación básica.

4.3. Estructuración de una Unidad Didáctica

4.3.1. Papel de las unidades didácticas

La formulación de unidades didácticas desempeña un papel fundamental en la enseñanza. La planificación de unidades didácticas conlleva un trabajo previo de reflexión sobre el contenido específico a impartir, los objetivos de enseñanza-aprendizaje, las actividades a realizar para conseguir dichos objetivos, utilización de nuevas herramientas y tecnologías docentes y sistemas de evaluación. Se deben proponer actividades que motiven al alumnado para que aprendan de una forma más dinámica (González, 2017), con esto, se mejoran los resultados educativos que obtienen los alumnos y alumnas. Antes que nada, se tienen que analizar las competencias y conocimientos que tienen los alumnos a priori, para adaptar el modelo de aprendizaje. Otro de los puntos a tener en cuenta es fomentar que los alumnos sean los protagonistas en las actividades que se planteen, así contribuyen en las interacciones como base del aprendizaje y los prepara para la futura vida social (Defaz, 2017).

Contribuir a la formación de los niños con conocimientos en ciencias, ayuda a que posteriormente puedan ofrecer soluciones sostenibles. También que sean capaces de tomar decisiones por si mismos teniendo en cuenta modelos afables con el medio ambiente y la diversidad de culturas.

4.3.2. Qué es una unidad didáctica

Indica Estaire (2004) en el documento ‘La programación de unidades didácticas a través de tareas’, que una unidad didáctica contempla las siguientes características básicas:

- Se desarrolla durante un determinado periodo de tiempo.
- Se centra en un tema.
- A lo largo del desarrollo de la unidad didáctica, también se evalúa el aprendizaje realizado.

Un aspecto importante que conviene tener en cuenta al tratar el enfoque por actividades es que se realizarán a través de cuatro aspectos combinados:

1. Comprender y demostrar comprensión de información, sugerencias y opiniones.
2. Pedir información, sugerencias y opiniones.
3. Dar información, sugerencias y opiniones.
4. Aceptar o rechazar sugerencias.

4.3.3. Elementos de una unidad didáctica

Lo primero que debemos saber es que las unidades didácticas, generalmente se construyen siguiendo los siguientes seis pasos (Figura 6):

- Elección del tema para la unidad didáctica, que, en nuestro caso, es la contaminación del suelo.
- Especificación de los objetivos. En nuestras unidades, los objetivos serán los mismos, pero se trabajarán con distinto nivel de profundización (ver epígrafe 6.2).
- Planificación de las actividades finales (ver epígrafe 6.7).
- Especificación de los conceptos teóricos necesarios/deseables para la realización de las actividades finales.
- Planificación del proceso. Consiste en la secuenciación de todos los pasos que vamos a seguir a lo largo de la unidad didáctica.
- Evaluación incorporada como parte del proceso de aprendizaje, es decir, todas las actividades realizadas después de cada módulo ofrecen la oportunidad de evaluar el proceso de aprendizaje (ver epígrafe 6.8).

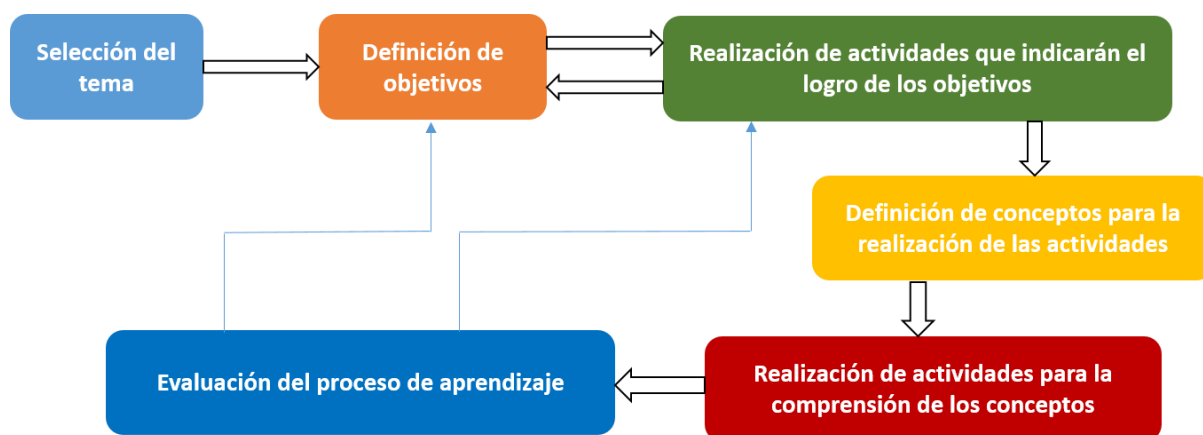


Figura 6. Marco para la programación de una unidad didáctica. Fuente: modificado de Estaire (2004).

5. Propuesta didáctica

5.1. Introducción

Para enfocar adecuadamente la didáctica de la contaminación de los suelos, debemos indicar que se realizarán dos propuestas didácticas diferentes, una para alumnos de Educación Primaria y otra para alumnos de Educación Secundaria Obligatoria (ESO).

Puesto que estamos tratando el tema de la contaminación de los suelos, debemos hacer referencia a los contenidos relativos a esta materia establecidos en los documentos oficiales de los currículos básicos de Educación Primaria y de Educación Secundaria.

Para cada una de las unidades didácticas, se propone un plan de sesiones, que incluye conceptos a explicar, actividades a realizar (en el aula y fuera del aula), así como el material necesario para llevar a cabo las actividades.

5.2. Contextualización

5.2.1. Características del alumnado

Cada una de las unidades didácticas, va referida a una etapa educativa diferente. La primera unidad didáctica se destinará a la educación primaria, concretamente, va dirigida a alumnos de 5º y 6º de

primaria. La segunda unidad didáctica propuesta, se destina a la educación secundaria, para los alumnos de 1º de la ESO.

5.2.2. Asignaturas en las que se incluyen las Unidades Didácticas

Como indica el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria y 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, las asignaturas en las que se aborda el tema de la contaminación de los suelos son:

- En educación primaria, la materia se incluye en Ciencias Sociales.
- En educación secundaria, los contenidos se incluyen en 1º y 3º en las asignaturas de Biología y Geología y en 4º en la asignatura de Ciencias aplicadas a las actividades profesionales. En este Trabajo Final de Grado se propone material didáctico para la asignatura de Biología y Geología, de primer curso de la ESO.

5.2.3. Unidades didácticas

Para la realización de unidades didácticas, siempre se tiene en cuenta el currículo que se presenta para el curso al que va destinada la unidad. Éste se basa en desarrollar las capacidades que tiene el alumnado para aprender y también ofrecerles medios que les ayuden a mejorar su aprendizaje.

Gracias a las ciencias, los niños pueden obtener una visión más amplia sobre los problemas que suceden en nuestro día a día. Las características que componen estos conocimientos se producen en base a una teoría estructurada y también por los procesos por los que se adquieren los valores culturales aprendidos.

Se puede distinguir entre conocimientos varios y las técnicas de investigación que se llevan a cabo (Figura 7), con esto, obtenemos una forma de pensar y actuar de los niños acorde con unos fines éticos.

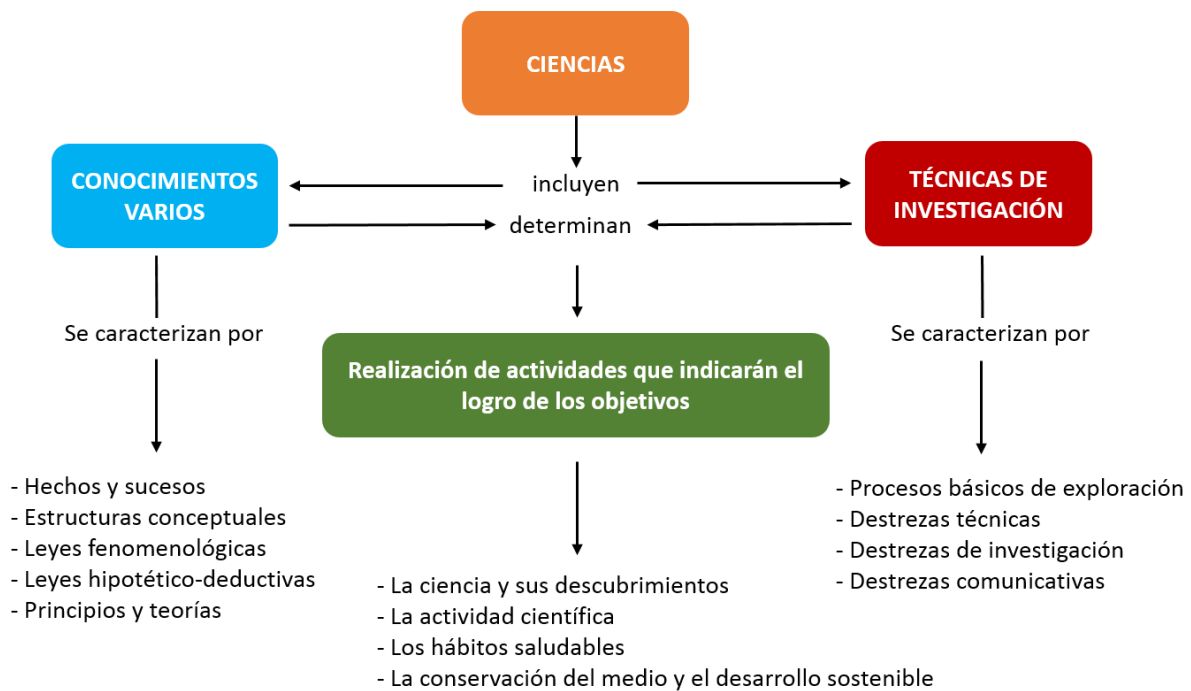


Figura 7. Características de las ciencias. Fuente: modificado de Mesa-Melero (2017).

A continuación, se describen las dos unidades didácticas preparadas con la pretensión de que los alumnos sean los protagonistas de las sesiones, puesto que así se promueve una educación activa, es decir una educación participativa en la que los alumnos no solo son espectadores de las explicaciones que imparten los profesores.

6. Unidades Didácticas

6.1. Título

El título elegido para la Unidad Didáctica de primaria es “Sobrevivir en el suelo” (Anexo I). Partimos de la idea de que existe una unidad didáctica denominada “Vivir en el suelo”. En ella se tratan aspectos relevantes sobre el suelo como son, qué es el suelo y cómo se forma, los componentes del suelo, identificación de seres vivos que dependen directa o indirectamente del suelo, los usos del suelo, relación entre salud y nutrición teniendo en cuenta los alimentos que se consumen y su relación con los suelos, la erosión y sus causas, el impacto de nuestras acciones en los suelos y en el medio ambiente y el reconocimiento de los suelos como recurso natural limitado.

La unidad didáctica de primaria propuesta, se centra en la contaminación de los suelos y su prevención. Como bien sabemos, los contaminantes influyen negativamente en el desarrollo tanto de la vida humana como también de los ecosistemas. Es por ello por lo que, en vez de vivir en el suelo, lo que se pretende es sobrevivir.

Para la Unidad Didáctica de secundaria, el título propuesto es “Protegiendo los suelos de la contaminación” (Anexo II). Los alumnos están en una edad en la que ya van teniendo más consciencia sobre lo que pasa a su alrededor. Con esto queremos decir que son capaces de ser éticos e identificar los problemas que inconscientemente también ellos pueden causar. Existen muchas medidas que ayudan a la minimización de la contaminación, pero antes, deben saber en qué consiste para poder proteger al suelo de ella.

6.2. Objetivos

Los objetivos de ambas unidades, aunque con distinto nivel de profundización son:

- Identificar el origen y los efectos de la contaminación de los suelos y entender la interacción de las personas con el medio ambiente de forma activa y colaborativa.
- Conocer las causas y los problemas de la contaminación, así como los contaminantes y sus efectos en la salud y en el medio ambiente.
- Proponer actividades mediante las cuales, los alumnos adquieran conocimientos y desarrollen conceptos sobre la contaminación de los suelos, ayudando a fomentar la necesidad de cuidar el suelo para su conservación.
- Fomentar la enseñanza activa y participativa, haciendo que los alumnos sean participes de las actividades propuestas y aprendan teniendo un espíritu crítico.

6.3. Competencias

La LOMCE definió en 2013 el término competencia como “la capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada, supone una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones, y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz”

Las competencias clave en el Sistema Educativo Español, tal y como son enumeradas y descritas en la 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, se recogen en las tablas 4 y 5.

Tabla 4. Competencias clave. Fuente: Ministerio de Educación y Formación Profesional.

COMPETENCIA	SABER	SABER HACER	SABER SER
Comunicación lingüística (CCL)	<ul style="list-style-type: none"> • La diversidad de lenguaje y de la comunicación en función del contexto. • Las funciones del lenguaje. • Principales características de los distintos estilos y registros de la lengua. • El vocabulario. • La gramática. 	<ul style="list-style-type: none"> • Expresarse de forma oral en múltiples situaciones comunicativas. • Comprender distintos tipos de textos: buscar, recopilar y procesar información. • Expresarse de forma escrita en múltiples modalidades, formatos y soportes. • Escuchar con atención e interés, controlando y adaptando su respuesta a los requisitos de la situación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estar dispuesto al diálogo crítico y constructivo. • Reconocer el diálogo como herramienta primordial para la convivencia. • Tener interés por la interacción con los demás. • Ser consciente de la repercusión de la lengua en otras personas.
Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT)	<ul style="list-style-type: none"> • Términos y conceptos matemáticos. • Geometría. • Estadística. • Álgebra. • Medidas. • Números. • Representaciones matemáticas. • Lenguaje científico. • Sistemas biológicos. • Sistemas físicos. • Sistemas de la Tierra y del Espacio. • Sistemas tecnológicos. • Investigación científica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar los principios y procesos matemáticos en distintos contextos. • Analizar gráficos y representaciones matemáticas. • Interpretar y reflexionar sobre los resultados matemáticos. • Usar datos y procesos científicos. • Tomar decisiones basadas en pruebas y argumentos. • Emitir juicios en la realización de cálculos. • Manipular expresiones algebraicas. • Resolver problemas. • Utilizar y manipular herramientas y máquinas tecnológicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Respetar los datos y su veracidad. • Asumir los criterios éticos asociados a la ciencia y a la tecnología. • Apoyar la investigación científica y valorar el conocimiento científico.
Competencia digital (CD)	<ul style="list-style-type: none"> • Los derechos y los riesgos en el mundo digital. • Principales aplicaciones informáticas. • Lenguaje específico: textual, numérico, icónico, visual, gráfico y sonoro. • Fuentes de información. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar recursos tecnológicos para la comunicación y resolución de problemas. • Buscar, obtener y tratar información. • Usar y procesar información de manera crítica y sistemática. • Crear contenidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tener una actitud activa, crítica y realista hacia las tecnologías y los medios tecnológicos. • Valorar fortalezas y debilidades de los medios tecnológicos. • Tener curiosidad y la motivación por el aprendizaje y la mejora en el uso de las tecnologías. • Respetar principios éticos en su uso.

Fuente: <http://www.educacionyfp.gob.es/educacion/mc/lomce/el-curriculo/curriculo-primaria-eso-bachillerato/competencias-clave/competencias-clave.html>

Tabla 5. Competencias clave. Fuente: Ministerio de Educación y Formación Profesional. Continuación.

COMPETENCIA	SABER	SABER HACER	SABER SER
Competencia para Aprender a aprender (CPAA)	<ul style="list-style-type: none"> • Los procesos implicados en el aprendizaje (cómo se aprende). • Conocimiento sobre lo que uno sabe y desconoce. • El conocimiento de la disciplina y el contenido concreto de la tarea. • Conocimiento sobre distintas estrategias posibles para afrontar tareas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategias de planificación de resolución de una tarea. • Estrategias de supervisión de las acciones que el estudiante está desarrollando. • Estrategias de evaluación del resultado y del proceso que se ha llevado a cabo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Motivarse para aprender. • Tener la necesidad y la curiosidad de aprender. • Sentirse protagonista del proceso y del resultado de su aprendizaje. • Tener la percepción de auto-eficiencia y de confianza en sí mismo.
Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE)	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión del funcionamiento de las sociedades y las organizaciones sindicales y empresariales. • Diseño e implementación de un plan. • Conocimiento de las oportunidades existentes para las actividades personales, profesionales y comerciales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis, planificación, organización y gestión. • Capacidad de adaptación al cambio y resolución de problemas. • Saber comunicar, presentar, representar y negociar. • Hacer evaluación y autoevaluación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Actuar de forma creativa e imaginativa. • Tener autoconocimiento y autoestima. • Tener iniciativa, interés, proactividad e innovación, tanto en la vida privada y social como en la profesional.
Conciencia y expresiones culturales (CEC)	<ul style="list-style-type: none"> • Herencia cultural (patrimonio cultural, medioambiental, tecnológico, etc.). • Diferentes géneros y estilos de las bellas artes (música, pintura, escultura, cine, etc.). • Manifestaciones artístico-culturales de la vida cotidiana (vivienda, artes aplicadas, fiesta, etc.). 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar diferentes habilidades de pensamiento, perceptivas, comunicativas, de sensibilidad y sentido estético. • Desarrollar la iniciativa, la imaginación y la creatividad. • Ser capaz de emplear distintos materiales y técnicas en el diseño de proyectos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Respetar el derecho a la diversidad cultural, el diálogo entre culturas y sociedades. • Valorar la libertad de expresión. • Tener interés, aprecio, respeto, disfrute y valoración crítica de las obras artísticas y culturales.
Competencias Sociales y cívicas (CSC)	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender códigos de conducta agresivos en distintas sociedades y entornos. • Comprender los conceptos de igualdad, no discriminación entre hombres y mujeres, diferentes grupos étnicos o culturales, la sociedad y la cultura. • Comprender las dimensiones interculturales y socioeconómicas de las sociedades europeas. • Comprender los conceptos de democracia, justicia, igualdad, ciudadanía y derechos humanos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Saber comunicar de una manera constructiva en distintos entornos. • Manifestar solidaridad e interés por resolver problemas. • Participar de manera constructiva en las actividades de la comunidad. • Tomar decisiones en los contextos local, nacional o europeo, mediante el ejercicio del voto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tener interés por el desarrollo socioeconómico y por su contribución a un mayor bienestar social. • Tener disposición para superar los prejuicios y superar las diferencias. • Participar en la toma de decisiones democráticas a todos los niveles.

Fuente: <http://www.educacionyfp.gob.es/educacion/mc/lomce/el-curriculo/curriculo-primaria-eso-bachillerato/competencias-clave/competencias-clave.html>

6.4. Contenidos

La Tabla 6 recoge los contenidos de las unidades didácticas propuestas, así como los criterios de evaluación, los estándares de aprendizaje y las competencias que se trabajan.

Tabla 6. Contenidos de las unidades didácticas, criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y competencias. Fuente: elaboración propia.

CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE	COMPETENCIAS
Contaminación de suelos	Adquirir conceptos básicos sobre qué es la contaminación de los suelos.	Reconoce en qué consiste la contaminación de los suelos y enumera diferentes ejemplos de contaminación.	CCL CPAA SIE CEC
Tipos de contaminantes y de contaminación	Saber diferenciar entre los tipos de contaminación. Saber distinguir cuáles son los contaminantes más significativos.	Reconoce y enumera qué tipos de contaminación existen. Diferencia entre los distintos tipos de contaminantes que podemos encontrar.	CCL CD CPAA SIE CSC
Los contaminantes, origen y procedencia	Estudiar y conocer el origen y procedencia de los contaminantes del suelo.	Define de dónde provienen las sustancias contaminantes que afectan al suelo.	CCL CD CPAA
Causas y consecuencias de la contaminación de los suelos	Identificar cuáles son las causas y las consecuencias que producen los contaminantes en los suelos.	Comprende y sabe diferenciar las causas y las consecuencias de contaminar los suelos.	CCL CD CPAA
Impactos y su minimización	Profundizar en el conocimiento de los impactos que tiene la contaminación de los suelos y proponer medidas para su minimización	Establece medidas de minimización de impactos para suelos contaminados.	CCL CD CPAA SIE
Efectos de la contaminación de los suelos en la salud y el medio ambiente	Conocer cómo afecta la contaminación de los suelos en la salud humana y en el medio ambiente.	Reconoce las alteraciones que sufre la salud humana y el medio ambiente directa o indirectamente al contaminarse los suelos.	CCL CD CPAA
¿Cómo prevenir la contaminación de los suelos?	Estudiar algunos métodos para la prevención de la contaminación de los suelos.	Explica los métodos de prevención que se pueden llevar a cabo cuando un suelo se contamina y sabe aportar razones para prevenirlo.	CCL CD CPAA SIE CEC CSC

6.5. Recursos

6.5.1. Recursos materiales

Para poder estudiar mejor los contenidos de las asignaturas de Ciencias Sociales y de Biología y Geología, disponemos del siguiente material de apoyo para reforzar y ampliar el estudio de los alumnos:

- Enciclopedias y manuales.
- Recursos fotocopiables con actividades de refuerzo y ampliación.
- Artículos científicos sobre la contaminación de los suelos.
- Medios informáticos de consulta, con conexión a internet.

6.5.2. Recursos organizativos

La organización del entorno donde se llevará a cabo la unidad didáctica dependerá de cada una de las sesiones, ya que en algunas actividades se propondrá organizar grupos y otras serán individuales.

Se buscará el lugar adecuado para colocar los dibujos realizados por los alumnos de primaria en la sesión 1 así como también de los murales confeccionados en la sesión 5. También se buscará un lugar adecuado para que los alumnos de primero de ESO dejen las macetas de la sesión 2 mientras germinan, y para colgar los carteles que realizarán para el taller ambiental de la sesión 6 después de utilizarlos.

El trabajo en equipo tiene varios elementos positivos como son el apoyo en la resolución de problemas más fácilmente, aportando la diversidad en conocimientos, habilidades y experiencias por cada uno de los componentes del grupo, que permiten dar respuestas rápidas, flexibles e innovadoras a los problemas y retos planteados. De este modo, el éxito de las organizaciones y la producción global de conocimiento depende en gran medida de la eficacia de los equipos (Wuchty y col., 2007).

6.6. Temporalización

Para la realización de la unidad didáctica de primaria, serán necesarias 3 semanas completas, en las que se llevarán a cabo 6 sesiones.

La impartición de dicha unidad será dentro de los cursos de 5º y 6º, en la asignatura de Ciencias Sociales. Las sesiones se dividirán en:

Sesión 1: Presentación de la unidad.

Suelos sanos y limpios para una vida sana

Sesión 2: Pensemos un poco. ¿De dónde vienen los contaminantes que llegan al suelo?

Cazando contaminantes

Hoy me pongo el sombrero de empresario

Sesión 3: Sin contaminantes corro más por el suelo

Sesión 4: Del suelo al agua; los contaminantes viajan por el suelo

Sesión 5: ¿Cómo prevenir la contaminación de los suelos?

Sesión 6: Vamos más allá. Se puede contaminar menos, es trabajo de todos

Es hora de enseñar lo aprendido.

Cada una de las sesiones tendrá una duración de 55 minutos, puesto que es el tiempo que se destina a la asignatura en la que se incluye la unidad, contando con dos sesiones por semana.

Por lo que respecta a la unidad didáctica de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), serán necesarias 2 semanas completas ya que cuentan con 3 sesiones de 55 minutos cada semana y la unidad consta de 6 sesiones.

Se impartirá dentro de la asignatura de Biología y Geología de 1º de ESO.

Cada una de las sesiones se divide en:

Sesión 1: ¡Empezamos! Un día en el campo. Descubriendo el suelo

Sesión 2: Los suelos están amenazados por la contaminación

Sesión 3: ¿Quién intoxica los suelos?

Sesión 4: Descubriendo los contaminantes

Sesión 5: ¡El suelo y nosotros en peligro!

Sesión 6: Ayuda a prevenir su contaminación

6.7. Actividades

A continuación, se muestran las fichas que se han preparado como resumen de las Unidades Didácticas indicando elementos descriptivos de cada una de las actividades como son: objetivos, descripción, contenidos, temporalización, materiales, organización, competencias clave y gráfico.

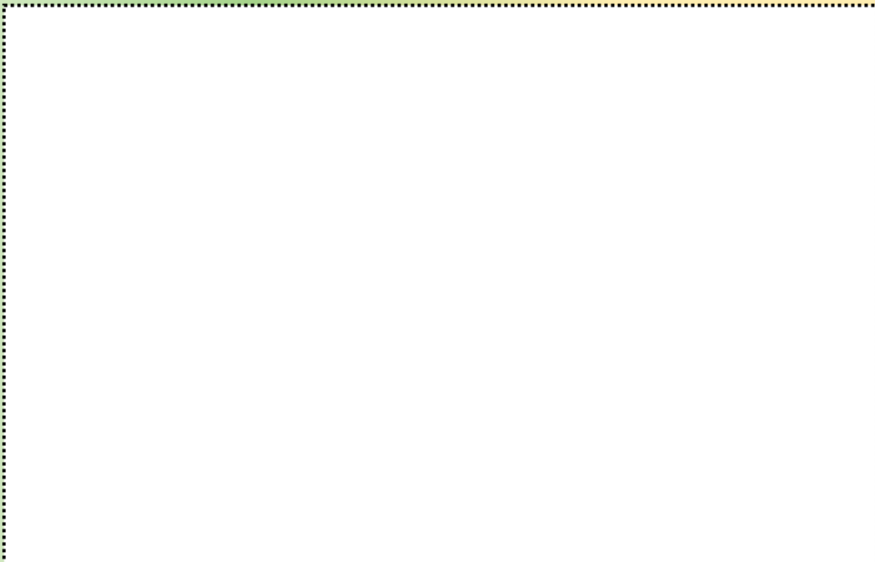

SESIÓN 1

Se presentará la unidad didáctica a los alumnos, empezando la aventura con Eli, Gus, Luisa y Lolo.

ACTIVIDAD: SUELOS SANOS Y LIMPIOS PARA UNA VIDA SANA

Objetivos: <ul style="list-style-type: none">- Relacionar los suelos sanos con una vida sana y saludable- Describir qué es un suelo contaminado- Disfrutar aprendiendo de manera activa y participativa- Compartir el espíritu crítico	Descripción: <p>Se leerá un texto de la FAO y los alumnos harán un dibujo en el que mostrarán qué es para ellos la contaminación de los suelos. Después saldrán a la pizarra y explicarán el dibujo.</p>
	Temporalización: <p>Sesión 1</p>
Contenidos: Conceptuales: <ul style="list-style-type: none">- Definición de contaminación de suelos- Suelos sanos y limpios Procedimentales: <ul style="list-style-type: none">- Realización de un dibujo Actitudinales: <ul style="list-style-type: none">- Actitud creativa en la creación de los dibujos	Materiales: <p>Lápices de colores Página 11 de la unidad didáctica</p>
	Organización: <p>Actividad individual</p>
	Competencias clave: <ul style="list-style-type: none">- Comunicación lingüística- Competencias sociales y cívicas- Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor

Gráfico:

FICHA DIBUJO SUELOS SANOS PARA UNA VIDA SANA		Nombre y apellidos:
		Curso:
		
	Para mí un suelo contaminado	

SESIÓN 2

ACTIVIDAD: PENSEMOS UN POCO. ¿DE DÓNDE VIENEN LOS CONTAMINANTES QUE LLEGAN AL SUELO?

<p style="text-align: center;">Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar el origen de la contaminación de los suelos - Disfrutar aprendiendo de manera activa y participativa - Compartir el espíritu crítico 	<p style="text-align: center;">Descripción:</p> <p>La actividad consiste en rellenar los cuadros vacíos con el motivo por el que cada una de las actividades propuestas contaminan los suelos</p>
	<p style="text-align: center;">Temporalización: Sesión 2</p>
<p style="text-align: center;">Contenidos:</p> <p>Conceptuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Actividades contaminantes <p>Procedimentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rellenar la descripción de las fotos <p>Actitudinales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interés por conocer motivos de contaminación de los suelos 	<p style="text-align: center;">Materiales: Lápiz y goma Página 12 de la unidad didáctica</p>
	<p style="text-align: center;">Organización: Actividad individual</p>
	<p style="text-align: center;">Competencias clave:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Competencia digital - Competencias sociales y cívicas - Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor

Gráfico:

2. PENSEMOS UN POCO. ¿DE DÓNDE VIENEN LOS CONTAMINANTES QUE LLEGAN AL SUELO?

Debajo de cada foto tienes un espacio para que escribas porqué la actividad de la foto puede contaminar el suelo.

 <p style="color: #FFC107; font-weight: bold;">Vertedero incontrolado</p> <div style="border: 1px solid #ccc; height: 20px; width: 100%;"></div>	 <p style="color: #FFC107; font-weight: bold;">Mina abandonada</p> <div style="border: 1px solid #ccc; height: 20px; width: 100%;"></div>
 <p style="color: #FFC107; font-weight: bold;">Aplicación de pesticidas</p> <div style="border: 1px solid #ccc; height: 20px; width: 100%;"></div>	 <p style="color: #FFC107; font-weight: bold;">Industria</p> <div style="border: 1px solid #ccc; height: 20px; width: 100%;"></div>
 <p style="color: #FFC107; font-weight: bold;">Compostaje</p> <div style="border: 1px solid #ccc; height: 20px; width: 100%;"></div>	 <p style="color: #FFC107; font-weight: bold;">Depuración aguas residuales</p> <div style="border: 1px solid #ccc; height: 20px; width: 100%;"></div>

12

SESIÓN 2

ACTIVIDAD: CAZANDO CONTAMINANTES

Objetivos:

- Identificar el origen de la contaminación de los suelos
- Identificar el efecto de nuestras acciones sobre la contaminación de los suelos
- Disfrutar aprendiendo de manera activa y participativa
- Compartir el espíritu crítico

Descripción:

Mediante la búsqueda de información y con la ayuda de las figuras que se proponen, se trata de identificar cuáles son los contaminantes que afectan a los suelos.

Temporalización:

Sesión 2

Contenidos:

Conceptuales:

- Contaminantes del suelo

Procedimentales:

- Buscar información que ayude a responder la pregunta propuesta

Actitudinales:

- Interés por la búsqueda de información

Materiales:

Ordenador/ Tablet
Lápiz y goma
Página 13 de la unidad didáctica

Competencias clave:

- Competencia digital
Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor

Organización:

Actividad individual

Gráfico:

3. CAZANDO CONTAMINANTES

¿Cómo se hará?

1 2 3 4

¿Qué contaminantes son los que más afectan a los suelos? Mirando las figuras de arriba y buscando información puedes contestar a la pregunta. Pide que te guíen en la búsqueda de información, ya verás como aprendes mucho a bucear por la web.

13

SESIÓN 2

ACTIVIDAD: HOY ME PONGO EL SOMBRERO DE EMPRESARIO

Objetivos:

- Relacionar la contaminación de los suelos con su efecto sobre las personas
- Identificar el efecto de nuestras acciones sobre la contaminación de los suelos
- Disfrutar aprendiendo de manera activa y participativa
- Compartir el espíritu crítico

Descripción:

Imaginarán que son empresarios y elegirán una actividad industrial o agrícola para la que propondrán medidas de prevención de la contaminación de los suelos.

Temporalización:

Sesión 2

Contenidos:

Conceptuales:

- Medidas de prevención de la contaminación de los suelos

Procedimentales:

- Escribir las medidas de prevención en el espacio en blanco de la página correspondiente

Actitudinales:

- Interés por los problemas ambientales que conlleva la contaminación de los suelos y proponer medidas de prevención

Materiales:

Lápiz y goma
Página 14 de la unidad didáctica

Organización:

Actividad individual

Competencias clave:

- Comunicación lingüística
- Competencias sociales y cívicas

Gráfico:

4. HOY ME PONGO EL SOMBRERO DE EMPRESARIO

Imaginate que eres un empresario y escoge una actividad industrial (fabricación de coches, fabricación de colonias, etc.) o agrícola (por ejemplo tienes una finca con diferentes cultivos y hay una plaga que quieres eliminar). Piensa qué medidas para prevenir la contaminación utilizarías. Mira a nuestros amigos porque te pueden dar alguna idea.

Una vez termines no olvides comentar tus medidas preventivas con tus compañeros

¿Sabes qué Gus?
Los productos fitosanitarios pueden afectar a la calidad del suelo, por eso en agricultura ecológica se prioriza el técnicas que no requieren utilizar estos productos, como por ejemplo la rotación de cultivos

Umm... que interesante

Pues Luis, ayer vi un camión descargando residuos de la fábrica que está aquí cerca en un vertedero controlado. ¡Eso es trabajar bien!

Medidas preventivas para evitar la contaminación del suelo

Si quieres prevenir la contaminación es lo más sabio

Formado:

14

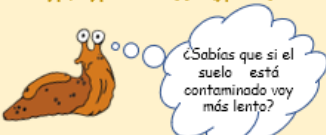
SESIÓN 3

ACTIVIDAD: SIN CONTAMINANTES CORRO MÁS POR EL SUELO

<p style="text-align: center;">Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Describir los problemas que conlleva la contaminación de los suelos para el medio ambiente - Relacionar la contaminación de los suelos con su efecto sobre las personas - Disfrutar aprendiendo de manera activa y participativa - Compartir el espíritu crítico 	<p style="text-align: center;">Descripción:</p> <p>Comentar el texto de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y exponer las ideas extraídas, siguiendo con un debate con los demás compañeros.</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Temporalización: Sesión 3</p>
<p style="text-align: center;">Contenidos:</p> <p>Conceptuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Efectos de los contaminantes en las personas y en el medio ambiente <p>Procedimentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Escribir las medidas de prevención, exponerlas a toda la clase y empezar un debate con las ideas del texto leído <p>Actitudinales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Valorar y respetar las ideas propuestas por todos los compañeros - Interés por mejorar previniendo la contaminación de los suelos 	<p style="text-align: center;">Materiales:</p> <p>Lápiz y goma Página 15 de la unidad didáctica</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Organización:</p> <p>Actividad individual y en grupos de 4/5 alumnos</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Competencias clave:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comunicación lingüística - Competencias sociales y cívicas

Gráfico:

5. SIN CONTAMINANTES CORRO MÁS POR EL SUELO



¿Sabías que si el suelo está contaminado voy más lento?

Los contaminantes afectan a los organismos que viven en el suelo. Lolo, Eli, Luisa y Gus se ven afectados por los contaminantes. Te proponen leer el siguiente texto de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y hacer un breve comentario de lo que has leído.

“La contaminación del suelo es devastadora para el medio ambiente y tiene consecuencias para todas las formas de vida a las que afecta. El suelo contaminado puede liberar contaminantes en las aguas subterráneas que luego se acumulan en los tejidos de las plantas y pasan a los animales que pastan, a las aves y finalmente a los humanos que se alimentan de las plantas y los animales. Los contaminantes en el suelo, aguas subterráneas y en la cadena alimentaria pueden causar diversas enfermedades y una excesiva mortalidad en la población, desde efectos agudos a corto plazo –como intoxicaciones o diarrea–, hasta otros crónicos a largo plazo, como el cáncer.”

Cuando termines el comentario reúnete con 4 o 5 alumnos para contrastar vuestros comentarios, elegir un portavoz para exponer ante los demás vuestras ideas y empezar un debate lo que habéis leído.

15

SESIÓN 4

ACTIVIDAD: DEL SUELO AL AGUA. LOS CONTAMINANTES VIAJAN POR EL SUELO

Objetivos:

- Describir los problemas que conlleva la contaminación de los suelos para el medio ambiente
- Identificar el efecto de nuestras acciones sobre la contaminación de los suelos
- Disfrutar aprendiendo de manera activa y participativa
- Compartir el espíritu crítico

Descripción:

Contestar a las preguntas que se proponen sobre el transporte de los contaminantes desde el suelo a otros medios.

Temporalización:

Sesión 4

Contenidos:

Conceptuales:

- Transporte de contaminantes y su efecto

Procedimentales:

- Responder las cuestiones en la página correspondiente de la unidad didáctica

Actitudinales:

- Interés por las consecuencias que pueden tener el transporte de los contaminantes a través del suelo

Materiales:

Lápiz y goma
Página 16 de la unidad didáctica

Organización:

Actividad individual


Competencias clave:

- Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor
Conciencia y expresiones culturales

Gráfico:

6. DEL SUELO AL AGUA: LOS CONTAMINANTES VIAJAN POR EL SUELO

1. Luisa la hormiga, excava túneles para construir su casa, si esos contaminantes viajan a través del suelo, ¿llegarán a Luisa y sus amigas?
2. ¿Pueden afectar los contaminantes a las lombrices y a los organismos acuáticos?
3. ¿Qué crees que le pasará al suelo si se sale el aceite de un coche averiado? ¿Gus y Lolo estarán bien?



ESO tiene maja pihta...

16

SESIÓN 5

ACTIVIDAD: ¿CÓMO PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DE LOS SUELOS?

Objetivos:

- Identificar el efecto de nuestras acciones sobre la contaminación de los suelos
- Disfrutar aprendiendo de manera activa y participativa
- Compartir el espíritu crítico

Descripción:

Taller explicativo sobre la prevención de la contaminación de los suelos para alumnos de cursos inferiores.

Temporalización:

Sesión 5

Contenidos:

Conceptuales:

- Medidas de prevención de la contaminación de los suelos

Procedimentales:

- Realización de murales explicativos
- Exposición de los murales

Actitudinales:

- Interés por transmitir lo aprendido enseñando a otros alumnos

Materiales:

Cartulinas de colores
Rotuladores
Lápiz y goma
Página 17 de la unidad didáctica

Organización:

Actividad en grupos de 4 alumnos

Competencias clave:

- Comunicación lingüística
- Aprender a aprender
- Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor
- Conciencia y expresiones culturales


Gráfico:

7. ¿CÓMO PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DE LOS SUELOS?

Gus, el armadillo rosado, propone realizar un taller explicativo para alumnos de cursos inferiores. En ese taller, los alumnos deberán confeccionar unos murales con ideas generales sobre cómo prevenir la contaminación de los suelos. Se organizarán en mesas de 4 integrantes y cada grupo se encargará de explicar las medidas que han pensado.

Con esta iniciativa, los alumnos irán aprendiendo desde pequeños la importancia que tiene la prevención de la contaminación del suelo tanto para la salud humana como para la salud de la Tierra.

Un esquema con tus ideas te ayudará



17

SESIÓN 6

ACTIVIDAD: VAMOS MÁS ALLÁ. SE PUEDE CONTAMINAR MENOS, ES TRABAJO DE TODOS

Objetivos:

- Identificar el efecto de nuestras acciones sobre la contaminación de los suelos
- Disfrutar aprendiendo de manera activa y participativa
- Compartir el espíritu crítico

Descripción:

Se trata de saber distinguir el lugar donde deben desecharse distintos productos, al suelo, al contenedor amarillo, verde o azul o directamente al vertedero.

Temporalización:

Sesión 6

Contenidos:

Conceptuales:

- Disminuir la contaminación

Procedimentales:

- Separar adecuadamente el lugar donde tienen que tirarse distintos productos

Actitudinales:

- Valorar los problemas de la contaminación e intentar disminuirlos

Materiales:

Lápiz y goma
Página 18 de la unidad didáctica

Organización:

Actividad individual

Competencias clave:

Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor

Gráfico:



SESIÓN 6

ACTIVIDAD: ES HORA DE ENSEÑAR LO APRENDIDO

<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none">- Disfrutar aprendiendo de manera activa y participativa- Compartir el espíritu crítico	<p>Descripción:</p> <p>Representar un teatro en el que los alumnos se dividan para defender y estar en contra de los contaminantes.</p>
<p>Organización:</p> <p>Actividad en dos grupos</p>	<p>Temporalización:</p> <p>Sesión 6</p>
<p>Contenidos:</p> <p>Conceptuales:</p> <ul style="list-style-type: none">- Pros y contras de utilizar o no productos contaminantes <p>Procedimentales:</p> <ul style="list-style-type: none">- Representación teatral <p>Actitudinales:</p> <ul style="list-style-type: none">- Espíritu crítico y respeto por la diversidad de opiniones	<p>Materiales:</p> <p>Cartulinas Rotuladores de colores Página 19 de la unidad didáctica</p> <p>Competencias clave:</p> <ul style="list-style-type: none">- Comunicación lingüística- Competencia digital- Aprender a aprender- Competencias sociales y cívicas- Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor- Conciencia y expresiones culturales

Gráfico:

9. ES HORA DE ENSEÑAR LO APRENDIDO.

La clase se dividirá en dos grupos, el primero serán los compuestos que contaminan los suelos y el segundo serán los protagonistas de esta unidad didáctica, es decir, Lolo, Eli, Gus y Luisa. Cada uno llevará un cartel para diferenciar en qué grupo está. Se trata de hacer una representación en la que cada uno de los grupos defenderá la contaminación (los contaminantes) y la no contaminación de los suelos (nuestros protas).

<p>CONTAMINANTES</p> <p>PROS:</p> <p>CONTRAS:</p>	<p>NUESTROS PROTAS</p> <p>PROS:</p> <p>CONTRAS:</p>
--	--

19

Las siguientes fichas se corresponden con los contenidos de la Unidad Didáctica de primero de Educación Secundaria Obligatoria (ESO).

SESIÓN 1		
Se presentará la unidad didáctica a los alumnos, empezando la aventura con Leo, sus padres y sus abuelos.		
ACTIVIDAD: ¡EMPEZAMOS! UN DÍA EN EL CAMPO. DESCUBRIENDO EL SUELO		
<p style="text-align: center;">Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conocer la composición y la organización de los suelos - Aprender enseñando 		<p style="text-align: center;">Descripción:</p> <p>Leer la primera aventura de Leo y realizar dos dibujos, uno de la composición y otro de la organización de los suelos. Después leer el texto propuesto, hacer un esquema con las ideas principales y comentarlo en clase.</p>
<p style="text-align: center;">Temporalización: Sesión 1</p>	<p style="text-align: center;">Organización: Actividad individual</p>	<p style="text-align: center;">Materiales: Lápices de colores y bolígrafo Páginas 9 y 10 de la unidad didáctica Ordenador/Tablet</p>
<p style="text-align: center;">Contenidos:</p> <p>Conceptuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Composición y horizontes del suelo. <p>Procedimentales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realización de dos dibujos, esquema con ideas y comentarlo en clase <p>Actitudinales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interés por conocer de qué se compone el suelo y como se estructura 		<p style="text-align: center;">Competencias clave:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comunicación lingüística - Competencia digital - Competencias sociales y cívicas - Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor - Conciencia y expresiones culturales - Aprender a aprender
Gráfico:		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">Después de leer la primera aventura de Leo, ¿podrías ayudar a la madre de Leo a explicarle cuáles son los componentes del suelo? Haz un dibujo en el que se muestren los componentes del suelo y otro en el que se muestren los diferentes horizontes del suelo.</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">El suelo se compone de...</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Los horizontes del suelo</p> <p style="font-size: small;">Puedes encontrar información en: http://www.fao.org/docrep/006/w1309s/w1309s04.htm http://www.fao.org/3/a-i3361s.pdf</p> <p style="text-align: right;">9</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="font-size: small;">Te proponemos que leas el siguiente texto y lo comentéis todos juntos en clase.</p> <p style="font-size: x-small;">El suelo desempeña una serie de funciones clave tanto medioambientales como sociales y económicas, que resultan fundamentales para la vida. La agricultura y la silvicultura dependen del suelo para el suministro de agua y nutrientes así como para su soporte físico. La capacidad de almacenaje, filtración, amortiguación y transformación convierte al suelo en uno de los principales factores para la protección del agua y el intercambio de gases con la atmósfera. Además, constituye un hábitat y una reserva genética, un elemento del paisaje y del patrimonio cultural así como una fuente de materias primas. Para que el suelo pueda desempeñar sus numerosas funciones, es necesario mantenerlo en buen estado. No obstante, hay pruebas de que el suelo puede estar cada vez más amenazado por una serie de actividades humanas que podrían contribuir a su degradación. El suelo se enfrenta, entre otras, a las siguientes amenazas: erosión, disminución de la materia orgánica, contaminación difusa y local, sellado, compactación del suelo, pérdida de biodiversidad y salinización. Fuente: Hacia una estrategia temática para la protección del suelo. Comisión europea, 2002.</p> <p style="text-align: center;">¿Qué pensáis de lo que acabáis de leer? <i>Esquema de las ideas a compartir con la clase</i></p> <p style="text-align: right;">10</p> </div> </div>		

SESIÓN 2

ACTIVIDAD: LOS SUELOS ESTÁN AMENAZADOS POR LA CONTAMINACIÓN

<p style="text-align: center;">Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Describir qué es un suelo contaminado 	<p style="text-align: center;">Descripción:</p> <p>Leer la segunda aventura de Leo y los textos que se proponen y realizar un experimento con lentejas y productos contaminantes. Observar los cambios y anotarlos en la tabla correspondiente.</p>	
<p style="text-align: center;">Temporalización:</p> <p style="text-align: center;">Sesión 2</p>	<p style="text-align: center;">Organización:</p> <p style="text-align: center;">Actividad en grupos de 4-5 alumnos</p>	
<p style="text-align: center;">Contenidos:</p> <p>Conceptuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definición de suelo contaminado <p>Procedimentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Experimento con lentejas y diferentes productos contaminantes <p>Actitudinales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Iniciativa y comprometerse para que salga bien el experimento 		<p style="text-align: center;">Competencias clave:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor - Conciencia y expresiones culturales. - Aprender a aprender
		<p style="text-align: center;">Materiales:</p> <p style="text-align: center;">3 macetas o yogures vacíos por grupo Aceite usado Detergente líquido Rotuladores permanentes Página 14 de la unidad didáctica Bolígrafo</p>

Gráfico:

Nombre y apellidos _____ Curso _____

Resultados del experimento

A las 24 horas de haber añadido los productos, los cambios ya pueden ser visibles. Rellena la tabla con tus observaciones.

24 horas	Maceta 1 (Control)	Maceta 2 (Aceite)	Maceta 3 (Detergente)
Nº de hojas			
Altura (mm)			
Aspecto de las hojas			

¿Alguna observación más a tener en cuenta?

8 días después finaliza nuestro experimento, rellena la tabla y saca tus propias conclusiones.

8 días	Maceta 1 (Control)	Maceta 2 (Aceite)	Maceta 3 (Detergente)
Nº de hojas			
Altura (mm)			
Aspecto de las hojas			

¿Alguna observación más a tener en cuenta?

Conclusiones

¿Preparados para la siguiente aventura?

14

SESIÓN 3

ACTIVIDAD: ¿QUIÉN INTOXICA LOS SUELOS?

<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar las actividades que pueden contaminar los suelos. - Aprender enseñando. 		<p>Descripción:</p> <p>Leer las páginas 15 y 16 de la unidad didáctica y realizar una exposición para toda la clase. Antes, anotar palabras clave en la causa de contaminación que se ha asignado a cada grupo.</p>
<p>Contenidos:</p> <p>Conceptuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Causas de la contaminación <p>Procedimentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Presentación para los demás compañeros de una de las causas que contaminan el suelo <p>Actitudinales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Actitud creativa e interés por enseñar a los compañeros toda la información encontrada. 		<p>Competencias clave:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comunicación lingüística - Competencia digital - Competencias sociales y cívicas - Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor - Conciencia y expresiones culturales - Aprender a aprender
<p>Temporalización:</p> <p>Sesión 3</p>	<p>Organización:</p> <p>Actividad en grupos de 4-5 alumnos</p>	<p>Materiales:</p> <p>Páginas 17 y 18 de la unidad didáctica Bolígrafo Ordenador/Tablet</p>

Gráfico:

Después de observar las imágenes anteriores, dividió en grupos de 4-5 integrantes y realizad una presentación (PowerPoint, Prezi, Google Diapositivas, Keynote, etc.).

Cada grupo elegirá una causa de contaminación y la expondrá en clase. Antes de empezar, anota algunas palabras clave que te ayudarán en la realización de la presentación. Puedes buscar información en la ONU y en la FAO.

Ve anotando las palabras clave que vayas extrayendo de las exposiciones de los compañeros

Pesticidas 

Gestión inadecuada 

Almacenamiento inseguro 

Lixiviados de vertederos 

17

Vertido no controlado 

Actividades industriales 

Transporte 

Minería 

Como has podido ver, existen un montón de actividades que pueden contaminar los suelos. Ahora te habrán quedado más claras las ideas que tenías sobre cada una de ellas.




18


SESIÓN 4

ACTIVIDAD: DESCUBRIENDO LOS CONTAMINANTES

Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> - Distinguir los diferentes tipos de contaminantes. - Aprender enseñando. 		Descripción: Leer el cómic de la página 19 y rellenar las dos tablas. La primera es sobre los residuos que se pueden derivar de acciones del día a día. La segunda hace referencia al origen y los efectos en la salud humana y el medio ambiente.
Temporalización: Sesión 4	Organización: Actividad individual/ en grupos de 5	
Contenidos: <p>Conceptuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tipos de contaminantes del suelo <p>Procedimentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rellenar las tablas propuestas y explicar la segunda a los otros grupos <p>Actitudinales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interés y respeto por lo que explican los compañeros 		Competencias clave: <ul style="list-style-type: none"> - Comunicación lingüística - Competencias sociales y cívicas - Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor - Conciencia y expresiones culturales - Aprender a aprender
		Materiales: Bolígrafo Páginas 20 y 21 de la unidad didáctica

Gráfico:

1. Ahora vamos a descubrir los contaminantes que pueden llegar al suelo. Rellena la siguiente tabla con los residuos contaminantes que se van a producir con las acciones que se proponen.



ACCIONES	POSIBLES RESIDUOS CONTAMINANTES PRODUCIDOS
Pintar coches en una fábrica	
Tintar unos zapatos de piel	
Repostar en la gasolinera	
Comprar un paquete de folios	
Funcionamiento de una depuradora de agua potable	
Tirar el aluminio del bocadillo al suelo	
Comer carne de cerdo de bandeja de plástico	

20

2. En grupos de 5, rellenar la siguiente tabla. Cuando esté completa, un integrante de cada grupo saldrá a la pizarra y actuará como portavoz del grupo, explicándola.

Pesticidas* glifosato				
Hidrocarburos de petróleo* benceno				
Metales pesados* cadmio				
Metales pesados* mercurio				

NOMBRE	Fórmula química	Origen de procedencia	Efectos en la salud humana	Efectos en el medio ambiente
--------	-----------------	-----------------------	----------------------------	------------------------------

21


SESIÓN 5

ACTIVIDAD: ¡EL SUELO Y NOSOTROS EN PELIGRO!

<p style="text-align: center;">Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conocer los efectos de la contaminación de los suelos en la salud humana y en el medio ambiente. - Aprender enseñando. 	<p style="text-align: center;">Descripción:</p> <p>Leer el cómic de la página 22 y contestar a la cuestión planteada, hacer un dibujo en el que se entienda que es para cada uno que estemos en peligro si el suelo se contamina. Realizar un experimento para observar lo que pasa con la lluvia ácida y un suelo calizo.</p>	
<p>Temporalización: Sesión 5</p>	<p style="text-align: center;">Organización:</p> <p>Actividad individual/ grupos de 4-5 integrantes</p>	
<p style="text-align: center;">Contenidos:</p> <p>Conceptuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Efectos en la salud humana y en el medio ambiente <p>Procedimentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Responder las cuestiones propuestas y realizar un dibujo en el que se muestre que es la contaminación de los suelos para cada uno. Ver el efecto de la lluvia ácida con un experimento <p>Actitudinales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Actitud creativa en la realización del dibujo y del experimento 		<p style="text-align: center;">Competencias clave:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comunicación lingüística - Competencia digital - Competencias sociales y cívicas - Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor - Conciencia y expresiones culturales - Aprender a aprender
		<p style="text-align: center;">Materiales:</p> <p>Páginas 23 y 24 de la unidad didáctica Lápices de colores y bolígrafo 3 recipientes con agua Vinagre, jugo de limón y tizas</p>

Gráfico:




5. ¡EL SUELO Y NOSOTROS EN PELIGRO!



1. Contesta la siguiente cuestión con la ayuda de la FAO.

Nombre y apellidos _____ Curso _____

¿Cómo crees que afecta que el suelo se contamine a la salud de las personas? ¿Qué pasaría si se contaminara un huerto en el que se cultivan hortalizas y después nos las comemos nosotros?

Podéis encontrar información en:
<http://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/112697/>

2. Realiza un dibujo en el que muestres qué es para ti que nosotros estemos en peligro debido a la contaminación de los suelos. Cuando acabes, sal a la pizarra con tu dibujo y explica en que consiste.

Con esto, los alumnos tendrán una visión más amplia ya que cada uno puede que tenga una concepción distinta de lo que es el suelo y los problemas que tiene la contaminación en él.

23

5. ¡EL SUELO Y NOSOTROS EN PELIGRO!

Nombre y apellidos: _____
Curso: _____
Descripción del dibujo:

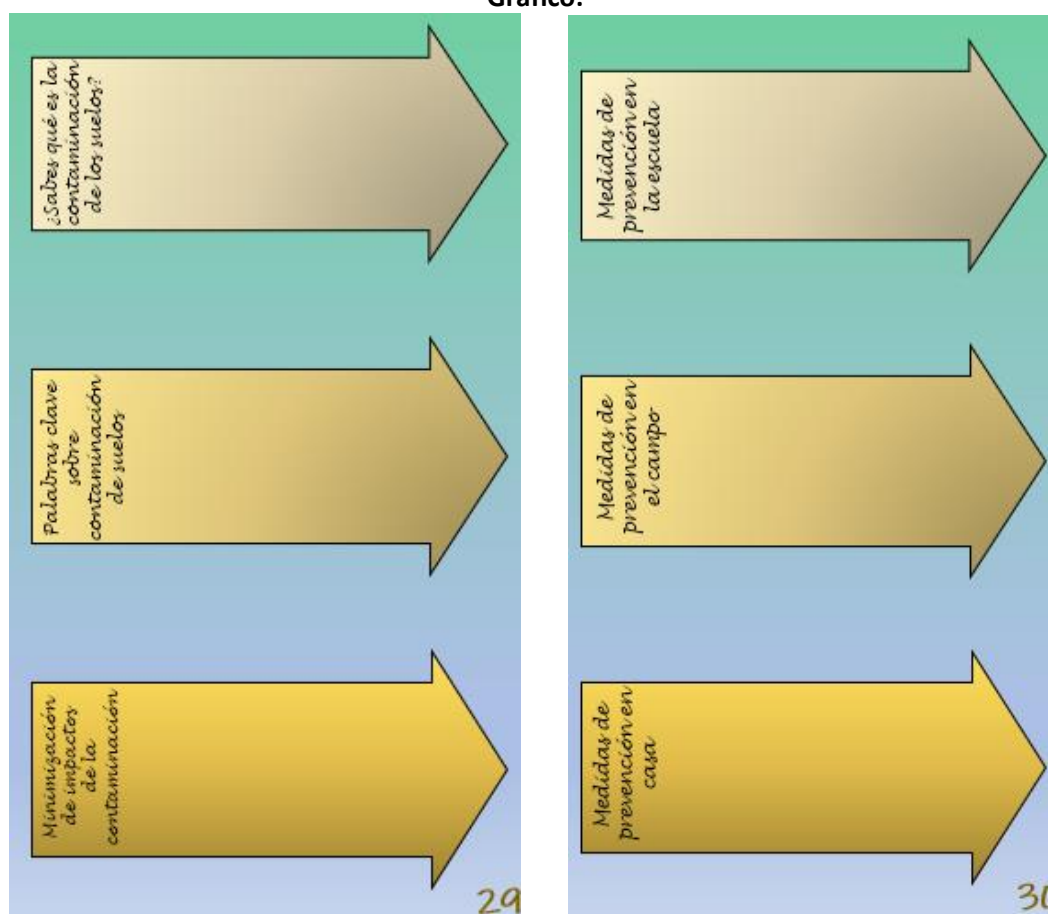
24

SESIÓN 6

ACTIVIDAD: AYUDA A PREVENIR SU CONTAMINACIÓN

<p style="text-align: center;">Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proponer actividades preventivas para evitar la contaminación de los suelos - Aprender enseñando 		<p style="text-align: center;">Descripción:</p> <p>Realizar un taller de educación ambiental, con la ayuda de murales explicativos con medidas de prevención de la contaminación de los suelos.</p>
<p style="text-align: center;">Contenidos:</p> <p>Conceptuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Medidas de prevención de la contaminación de los suelos <p>Procedimentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Taller ambiental para los padres de los alumnos <p>Actitudinales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Actitud creativa e interés por mostrar lo aprendido 		<p style="text-align: center;">Competencias clave:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comunicación lingüística - Competencia digital - Competencias sociales y cívicas - Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor - Conciencia y expresiones culturales - Aprender a aprender
<p style="text-align: center;">Temporalización:</p> <p style="text-align: center;">Sesión 6</p>	<p style="text-align: center;">Organización:</p> <p style="text-align: center;">Actividad grupal</p>	<p style="text-align: center;">Materiales:</p> <p style="text-align: center;">Cartulinas Rotuladores y lápices de colores Páginas 29 y 30 de la unidad didáctica</p>

Gráfico:



6.8. Evaluación

Según Cesar Coll (2002), la Concepción Constructivista de la Enseñanza y del Aprendizaje como explicación psicológica hunde sus raíces en la psicología y la epistemología genética y en los trabajos de Piaget y sus colaboradores. Se expande y se enriquece considerablemente a partir de la década de 1960 como consecuencia de la sustitución paulatina del conductismo por los enfoques cognitivos. Los enfoques constructivistas en educación son propuestas específicamente orientadas a comprender y explicar los procesos educativos o propuestas de actuación pedagógica que tienen su origen en una o varias teorías constructivistas del desarrollo, del aprendizaje o de otros procesos psicológicos.

En nuestro caso, se ha seguido el modelo Constructivista, ya que se planifican, organizan, dirigen y se controlan una serie de actividades orientadas a facilitar el aprendizaje de los conocimientos.

Existen tres elementos implicados directamente en el aprendizaje escolar. Estos son: los alumnos, los contenidos y el papel que desempeñan los profesores. Como hemos visto en las competencias de las unidades didácticas (punto 6.3), se centran en los saberes conceptuales (saber), procedimentales (saber hacer) y los actitudinales (ser). Dichas competencias permiten que los alumnos desarrollen los contenidos con una intensa actividad mental que lo involucra en su totalidad psíquica y pone en marcha procesos cognitivos, afectivos, emocionales e interactivos (Callado-Cespedosa, 2016).

Para evaluar los contenidos de las unidades didácticas presentadas, se van a tener en cuenta las siguientes tablas, que contienen los criterios de evaluación:

Tabla 7. Evaluación del cuaderno de actividades. Fuente: elaboración propia.

A EVALUAR (20%)	No presenta el cuaderno de actividades	Presenta el cuaderno con pocas actividades (-50% de las realizadas)	Presenta el cuaderno con casi todas las actividades (+70% de las realizadas)	Presenta todas las actividades realizadas correctamente
Cuaderno de actividades	0 puntos	0.75 puntos	1.25 puntos	2 puntos

Tabla 8. Evaluación de la prueba escrita. Fuente: elaboración propia.

A EVALUAR (20%)	Obtiene una calificación de 0 a 4 puntos en la prueba escrita	Obtiene una calificación de 5 a 6 puntos en la prueba escrita	Obtiene una calificación de 7 a 8 puntos en la prueba escrita	Obtiene una calificación de 9 a 10 puntos en la prueba escrita
Prueba escrita	0 puntos	0.75 puntos	1.25 puntos	2 puntos

Tabla 9. Evaluación del trabajo en grupo. Fuente: elaboración propia.

A EVALUAR (20%)	No trabaja en grupo	Trabaja con el grupo pocas veces (-50% de las veces)	Se adapta al grupo de trabajo sin complicaciones	Es capaz de mantener su rol en el grupo de trabajo
Trabajo en grupo	0 puntos	0.75 puntos	1.25 puntos	2 puntos

Tabla 10. Evaluación de las observaciones. Fuente: elaboración propia.

A EVALUAR (10%)	Es egoísta y no contempla más opiniones que la suya	Sabe comportarse en el aula	Crea un buen clima entre sus compañeros
Observaciones (actitud)	0 puntos	0.5 puntos	1 punto

Tabla 11. Evaluación de la participación en clase. Fuente: elaboración propia.

A EVALUAR (20%)	No participa en clase	Participa poco en clase (-50% de las veces)	Participa algunas veces en clase (+70% de las veces)	Participa activamente en las actividades propuestas
Participación en clase	0 puntos	0.75 puntos	1.25 puntos	2 puntos

Tabla 12. Evaluación de la asistencia. Fuente: elaboración propia.

A EVALUAR (10%)	No asiste a las clases	Asiste a la mitad de las clases	Asiste a todas las clases
Asistencia	0 puntos	0.5 puntos	1 punto

7. Difusión del material didáctico

La producción de material didáctico es inseparable de su difusión cuando se quiere apoyar la docencia y llegar al máximo número de escuelas y escolares. El material producido en este Trabajo Final de Grado se encuentra publicado en la página web <http://www.edafoeduca.es> de la Sección de Enseñanza del Suelo y Seguridad Pública de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo como material con licencia Creative commons.



Cada una de las unidades didácticas son libres para compartir (copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato) y adaptarlas (remezclar, transformar y construir sobre el material) teniendo en cuenta los siguientes términos:

- Reconocimiento (BY): debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o a su uso.
- No comercial (NC): no puede utilizar el material con fines comerciales.
- Compartir igual (SA): si remezcla, transforma o construye sobre el material, debe distribuir sus contribuciones bajo la misma licencia que el original.

Se solicitará incluir las unidades didácticas elaboradas en bancos de recursos educativos digitales. En España se dispone de una gran red de portales educativos promovidos tanto por la administración general como por las administraciones autonómicas y por entidades privadas.

8. Bibliografía

Agencia Europea de Medio Ambiente. 1998. El medio ambiente en Europa: segunda evaluación. Resumen. Disponible en: https://www.eea.europa.eu/ds_resolveuid/705OVMYTJ8

Agencia Europea de Medio Ambiente. 2003. El medio ambiente en Europa: tercera evaluación. Resumen. Disponible en: https://www.eea.europa.eu/es/publications/environmental_assessment_report_2003_10-sum

Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA). 2004. Libro Blanco Título de Grado en Ciencias Ambientales. 278 pp. Disponible en: http://www.aneca.es/var/media/150340/libroblanco_ambientales_def.pdf

Becerra-Barón, J. D., Torres-Merchán, N. Y. 2014. El diseño de material didáctico como aporte al abordaje de los problemas ambientales en entornos educativos y comunitarios. *Educación*, 38(2). Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/440/44031370001.pdf>

Brevik, E.C. 2013. Soils and human health: an overview. En: E.C. Brevik, L.C. Burgess (eds.), *Soils and Human Health* (pp. 29–56). CRC Press, Boca Raton, FL.

Callado-Cespedosa, Y. 2016. La importancia de educar en el respeto al Medio Ambiente: Propuesta didáctica en Educación Primaria. Disponible en: http://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/4069/1/Callado_Cespedosa_Yolanda_TFG_Educacion_Primeria.pdf

Coll, C. 2002. Constructivismo y educación: la concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje. En: C. Coll, J. Palacios, A. Marchessi, *Desarrollo Psicológico y Educación*. Tomo II. Madrid, Alianza Editorial. Disponible en: http://upn291.edu.mx/wp-content/uploads/2017/10/lec_2.5b_Concepcion_constructivista_de_la_ensenanza_y_el_aprendizaje.pdf

Comisión Europea. 2002. Comunicación de la Comisión al Consejo, el Parlamento Europeo, el Comité Económico y social y el Comité de las Regiones. Hacia una estrategia temática para la protección del suelo. Doc COM (2002) 179.

Comisión Europea. 2006. Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Estrategia temática para la protección del suelo. Doc COM (2006) 231.

Consejo de Europa. 1972. Carta del Suelo. Disponible en: http://personales.unican.es/estebana/cursosueloscontaminados_2010/Ficheros/Curso%20verano%202008/Carta_Europea_del_Suelo.pdf

Defaz, G.E.T., Torres, G.A., Espinoza, R. 2017. Los recursos del entorno promueven calidad educativa en el aprendizaje significativo de las Ciencias Naturales. *Espirales*, revista multidisciplinaria de investigación, 1(7). Disponible en: <http://www.revistaespirales.com/index.php/es/article/view/34/0>

Estaire, S. 2004. La programación de unidades didácticas a través de tareas. *RedELE*, 1. Disponible en: <http://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:26cc02ec-0b37-4d41-887c-50aa9ee15692/2004-redele-1-04estaire-pdf.pdf>

FAO. 2015. Carta Mundial de los Suelos revisada. Disponible en: <http://www.fao.org/3/b-i4965s.pdf>

González, P. 2017. Propuesta didáctica fundamentada para la enseñanza del suelo en educación secundaria mediante indagación y trabajos prácticos. Disponible en: http://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/48312/GonzalezAlaminos_TFM_DidacticaSueloESO.pdf;jsessionid=C34D5B9812767939602FFAFE12E33C3F?sequence=1

Hernández, A.J, Gutiérrez-Ginés, M.J., Pastor, 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. Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/49787/1/Granada-textos%20suelo.pdf>

IHOBE. 2009. Guía técnica de identificación de medidas preventivas contra la contaminación del suelo. Disponible en: <https://www.ihobe.eus/publicaciones/guia-tecnica-identificacion-medidas-preventivas-contr-contaminacion-suelo>

Jiménez, R. 2017. Introducción a la contaminación de suelos. Mundi-Prensa. 589 pp.

Mesa-Melero, J. 2017. Propuesta de mejora educativa en la Unidad Didáctica de los ecosistemas en el primer ciclo de Educación Secundaria. Disponible en: <https://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/20136/TFM%20Mesa%20Melero%20MAES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Reyes-Sánchez, L.B. 2012. Enseñanza de la ciencia del suelo: estrategia y garantía de futuro. *Spanish Journal of Soil Science*, 2 (1), 87-99. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4062641.pdf>

Rodríguez-Eugenio, N., McLaughlin, M., Pennock, D. 2018. Soil pollution: A hidden reality. Organización Mundial de la Alimentación (FAO). Roma. 142 pp. Disponible en: <http://www.fao.org/3/I9183EN/i9183en.pdf>

Sociedad Española de la Ciencia del Suelo (SECS). 2017. 2ª Edición. Libro Blanco sobre el tratamiento del suelo en los libros de texto de Enseñanza Secundaria Obligatoria y de Bachillerato en España. Lleida: Diputació de Lleida. Memoria, 76 p. + Anejos. Disponible en: <http://www.secs.com.es/wp-content/uploads/2017/06/Libro-de-los-suelos-digital-2-Edici%C3%B3n.pdf>

Steffan, J.J., Brevik, E.C., Burgess, L.C., Cerdà, A. 2018. The effect of soil on human health: an overview. *European journal of soil science*, 69(1), 159-171.

Vila, V., Vílchez-González, J. M., Carrillo-Rosúa, J. 2017. Análisis del contenido “suelo” en libros de texto de 3.º ciclo de E. Primaria en España. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 497-502. Disponible en: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/27_-_Analisis_del_contenido_suelo_en_libros_de_texto_de_3.pdf

Wutchy, S., Jones, B.F., Uzzi, B. 2007. The increasing dominance of teams in production of knowledge. *Science*, 316, 1036-1039.