

Máster Universitario en Formación del
Profesorado de Educación Secundaria
UPNA

Aproximación de los Problemas
de la Realidad Cotidiana a la
Educación: Formación Activa
para la Sostenibilidad a través
del Método del Caso



16/06/2014

David Echeverría Méndez

Tutor: Ángel Javier Muñoz

INDICE

1.	Introducción	6
1.1	Identificación del problema	6
1.2.	Hipótesis de la solución	7
1.3.	Objetivos perseguidos	8
1.4.	Población objeto	9
1.5.	Herramientas necesarias	9
2.	El Método del Caso	10
2.1.	Introducción	10
2.2.	Método del Caso	11
2.3.	Competencias desarrolladas	13
2.4.	El debate en el aula	15
3.	Pensamiento crítico y educación ambiental	16
3.1.	Introducción	16
3.2.	Modelo socio-crítico	16
3.3.	Educación ambiental	17
4.	Mi propuesta	19
4.1.	Justificación didáctica	19
4.2.	Características generales	19
4.3.	Proceso propuesto	20
4.4.	Tareas del profesorado	21
4.5.	Tareas del alumnado	22
4.6.	Recursos necesarios	23
4.7.	Evaluación	23
5.	EL problema de la contaminación de las aguas subterráneas debido a los nitratos de origen agrícola	26
5.1.	Introducción	26
5.2.	Planificación de la puesta en práctica	27
5.3.	Partes del ejercicio y documentación utilizada	28
5.4.	Temporalización	30
5.5.	Valoración del éxito de la actividad	30
5.6.	Otras reflexiones sobre la actividad	33
6.	Problemas relacionados con los nuevos dispositivos electrónicos: El coltán	35
6.1.	Introducción	35
6.2.	Partes del ejercicio y documentación propuesta	36

Aproximación de los Problemas de la Realidad Cotidiana a la Educación:
Formación Activa para la Sostenibilidad a través del Método del Caso

6.3. Temporalización	40
6.4. Herramientas y criterios de evaluación	41
6.5. Herramientas de valoración del éxito de la propuesta	44
6.6. Proposición de algunas temáticas alternativas para la etapa formativa de E.S.O.	45
7. Conclusiones	47
8. Referencias bibliográficas	49
Anexo I.	52
Documentación utilizada durante el ejercicio “El problema de la contaminación de las aguas subterráneas debido a los nitratos de origen agrícola”	52
Preguntas individuales destinadas a que expresen sus opiniones.	59
Preguntas orientativas expuestas en las hojas repartidas para la evaluación anónima de la actividad.....	60
Anexo II	61
Documentación utilizada durante el ejercicio “problemas relacionados con los nuevos dispositivos electrónicos: El coltán”	61
Ejercicios realizados.....	77
Herramientas de evaluación utilizadas	79

Aproximación de los Problemas de la Realidad Cotidiana a la Educación: Formación Activa para la Sostenibilidad a través del Método del Caso

RESUMEN

En este Trabajo Fin de Máster se propone y desarrolla un modelo de actividad basado en una variante del Método del Caso (MdC), para su aplicación a la enseñanza de materias tecnológicas durante el periodo formativo de secundaria.

Los principales objetivos de estos ejercicios son aumentar la motivación e interés del alumnado por las materias impartidas, así como fomentar el pensamiento crítico y presentar problemas sociales o medioambientales actuales y relacionados con dichas materias.

El trabajo incluye: Una presentación del MdC y del modelo educativo crítico buscado, la definición concreta del prototipo de actividad que propongo, y dos ejercicios desarrollados por mí como ejemplos de esta propuesta.

Uno de los ejercicios fue puesto en práctica durante la realización del *Prácticum II* con un grupo de *1º de FP Superior*, el otro está diseñado para ser empleado en una clase de *4º de ESO*.

PALABRAS CLAVE: Método del Caso, metodologías activas, pensamiento crítico, problemas de la sociedad actual, tecnología.

Problems of Everyday Reality Approach to Education: Active Training for Sustainability through the Case Method

ABSTRACT

In this Master's Thesis an activity pattern, based on a variant of the Case Method (CM), is proposed and developed for its implementation in teaching technological subjects during the formative period of secondary school.

The main objectives of these exercises are to increase student motivation and interest in the taught subjects, and to encourage critical thinking and expose social or environmental current issues related to such subjects.

The paper includes: A presentation of the CM and the critical educational model sought, the precise definition of the prototype of activity I propose, and two exercises developed by me as examples of this proposal.

One of the exercises was implemented during the performance of the *Practicum II* with a group of *1st Superior VT (vocational training)*, the other is designed to be used in a *10th grade class (US)*, or *11th grade class (UK)*.

KEY WORDS: Case Method, active methods, critical thinking, modern society issues, technology.

1. Introducción

1.1 Identificación del problema

Las metodologías educativas tradicionales se apoyan principalmente en la **transmisión** de una serie de **contenidos predefinidos** (marcados por el currículum), que los estudiantes asimilan por mera recepción. Es decir, de forma fundamentalmente **memorística**.

Además de esto, los alumnos muchas veces no perciben la utilidad de una gran parte de los contenidos estudiados, ya que no ven su relación con el mundo fuera del centro educativo. No creen que estos vayan a serles útiles en un futuro (más allá de permitirles aprobar los exámenes).

Todo esto ocasiona que parte del **alumnado pierda el interés** por los conceptos estudiados, desvinculándose también del propio proceso educativo. Produce, en definitiva, que los estudiantes (a veces de manera subconsciente) pierdan la fe en la utilidad real de la educación que están recibiendo.

Esta pérdida de confianza es, desde mi punto de vista, uno de los principales factores que genera muchas de las situaciones de falta de atención y desinterés que se producen en los centros educativos.

Y sin embargo, los estudiantes que encontramos en la escuela saben muchas cosas. Muchas de un nivel de dificultad muy superior a las que tratamos de inculcarles en la escuela, más cuando nos referimos a asignaturas relacionadas con la tecnología (incluso algunas que nos serán desconocidas a los docentes). Esto demuestra su capacidad para aprender, entender y valorar cuestiones muy complejas, siempre que estas susciten su interés.

Quizás en los tiempos del bombardeo constante de información, y debido a los medios sensacionalistas utilizados para ello por la televisión y la publicidad, tratar de captar la atención de los jóvenes se haya vuelto un reto más difícil. Por ello deberemos poner un mayor énfasis en diseñar estrategias didácticas destinadas a captar esta atención.

Otra de las cuestiones que ha suscitado este trabajo fin de máster es que, en mi opinión (y desde una mirada algo más socio-crítica de la educación), los estudios de carácter técnico suelen estar **prácticamente exentos de una valoración crítica** de los temas tratados y de las problemáticas (sociales, medioambientales, etc.) vinculadas a ellos.

Pienso que es muy importante impulsar el pensamiento crítico desde este ámbito. Creo que la reflexión y valoración sobre las posibles implicaciones, las causas y las consecuencias vinculadas a problemas ligados a los temas

estudiados es algo de vital importancia cuando hablamos de asignaturas relacionadas con la tecnología.

1.2. Hipótesis de la solución

Obviamente las problemáticas expuestas anteriormente son profundas, complejas y están asentadas en las bases del sistema educativo actual.

Hay además multitud de metodologías y miradas alternativas que tratan de combatir estos problemas y de crear una escuela diferente. Existen centros en los que se realizan profundas adaptaciones curriculares de base, que van mucho más allá de lo que se propone en este trabajo fin de máster.

Lo que yo propongo es, como una de las soluciones, la inclusión de ejercicios basados en el **método de los estudios de caso** en la enseñanza de la **Tecnología** en la etapa de la **educación secundaria**.

Existen diferentes visiones y formas de aplicación de este tipo de metodología, y yo pretendo adaptarla y aplicarla según mi visión personal y mis particulares intereses (propuesta que desarrollo más adelante).

Creo que el tipo de actividades que propongo son muy positivas a la hora de **captar la atención** del alumnado, de hacerle partícipe del proceso de aprendizaje y de evidenciar la relación entre lo estudiado en la escuela y la actualidad fuera del aula. También a la hora de generar un **pensamiento crítico** y de fomentar el interés por la búsqueda de información y el interés por la profundización fuera del aula de los conceptos estudiados.

Se trata además de un tipo de ejercicio que en mi opinión es fácilmente aplicable a temáticas de todo tipo. También muy flexible en cuanto al nivel de complejidad y de tiempo que se puede dedicar a su realización (según se considere conveniente).

De la forma que lo planteo en este trabajo, mi idea es **tratar** desde esta metodología **asuntos/problemáticas extracurriculares**. Que se consideren importantes por su **repercusión social, medioambiental, etc.** y que estén relacionadas con la unidad didáctica que se está tratando.

Esto se haría solo en algunas unidades didácticas. En las que se consideren más adecuadas (debido a los contenidos de la unidad en sí, o a la existencia de aspectos/temáticas extracurriculares que se consideren de importancia y que tengan estrecha relación con dicha unidad).

Los temas trabajados en los ejercicios se tratarán desde su conexión con la actualidad del momento. Es decir, relacionándolos con noticias recientes,

sucesos vigentes, artículos relativos a situaciones que se dan en la actualidad, etc.

Pueden realizarse como ejercicios introductorios para captar el interés, o ya avanzada la unidad didáctica como profundización y para fomentar la búsqueda de información adicional. Esto dependerá del nivel de información previa que el docente considere necesario para la realización de la actividad.

En este Trabajo Fin de Máster se incluyen dos ejercicios realizados por mí, a modo de ejemplos de mi propuesta. La descripción de las experiencias y la planificación de las actividades están desarrolladas más adelante en esta misma memoria. La documentación utilizada se incluye en los **anexos**. Los casos presentados son:

- **El problema de la contaminación de las aguas subterráneas debido a los nitratos de origen agrícola.** Realizado durante el prácticum II. Con los alumnos de primer curso del Ciclo de FP Superior de *Paisajismo y Medio Rural*. Dentro del módulo *Planificación de Cultivos I*.
- **Problemas relacionados con los nuevos dispositivos electrónicos: El coltán.** Planificado para su realización en el curso de *4º de ESO*. Durante la asignatura de *Tecnología*. En relación al bloque de contenidos de *Electrónica*.

1.3. Objetivos perseguidos

Los principales objetivos que se quieren conseguir con la realización de estas actividades van dirigidos precisamente a combatir los problemas expresados anteriormente. Se busca:

- Incrementar el interés de los estudiantes por los temas estudiados, tratando de despertar su curiosidad natural.
- Aumentar la motivación y la implicación del alumnado en el proceso de aprendizaje.
- Evidenciar la relación directa entre educación y realidad/actualidad.
- Fomentar el desarrollo del pensamiento crítico (mediante los análisis y debates que se realizarán).
- Mostrar el valor de la búsqueda de información y el contraste de opiniones antes de formarse una propia.
- Ejercitar la capacidad de resolución de problemas complejos.

- Impulsar la toma de decisiones y la iniciativa por parte del alumnado.
- Practicar competencias de trabajo en grupos.
- Desarrollar habilidades de comunicación de ideas, argumentación y elaboración de conclusiones.
- Trabajar la creatividad.

1.4. Población objeto

El grupo objetivo principal que planteo en este trabajo es la **enseñanza de la Tecnología en la ESO**. Considero esta la etapa ideal por varias razones:

- Los contenidos teóricos del currículum no tienen todavía tanto peso como en etapas posteriores (bachillerato y FP).
- El currículum es suficientemente amplio y abarca suficientes temas como para aprovechar la riqueza de contenidos en la planificación de los ejercicios.
- Al ser actividades basadas en la captación del interés del alumnado, el desarrollo del pensamiento crítico y la potenciación de competencias y habilidades generales, considero más importante su empleo con alumnado de edades tempranas.

1.5. Herramientas necesarias

La principal herramienta y la única esencial para la realización de estos ejercicios es la propia metodología.

Existen varias herramientas didácticas que pueden utilizarse al trabajar con esta metodología. Una herramienta educativa que me resulta muy interesante y que pretendo que forme parte esencial de mis actividades es **el debate** (coloquio-debate en realidad). Creo que es muy positivo y enriquecedor para todas las partes implicadas el usar el debate en las aulas como técnica de enseñanza y aprendizaje.

En general no son imprescindibles herramientas especiales, TIC o de ningún otro tipo. Sin embargo estas pueden incluirse perfectamente, ayudando a enriquecer los ejercicios y a facilitar el trabajo del docente.

Un espacio **físico acogedor** y una **distribución cómoda y funcional** que favorezca los procesos de diálogo serían también de gran ayuda.

2. El Método del Caso

2.1. Introducción

Existen cada vez más voces que argumentan que el estilo de enseñanza tradicional, en el que el docente tiene el papel protagonista de trasmisor de conocimientos, contribuye a transmitir una idea deformada del trabajo científico, y a reforzar la idea de que los contenidos científicos poco tienen que ver con los problemas de los estudiantes y con su vida cotidiana (Lemke, 2006).

También el profesorado de Educación Secundaria manifiesta una creciente sensación de frustración al comprobar el limitado éxito de su labor. Es una opinión generalizada que los estudiantes cada vez aprenden menos y se interesan menos por lo que aprenden (Sánchez, Lacosta y Fernández, 2008).

Los estudiantes de hoy en día precisan de una educación científica que les permita interpretar y desenvolverse en el complejo mundo de la sociedad actual. No tanto los contenidos (obviamente necesarios), sino la capacidad de buscarlos, seleccionarlos e interpretarlos de forma razonada y crítica. De seguir aprendiendo por ellos mismos y de formarse opiniones personales fundamentadas.

Los cambios que han sufrido la educación y la sociedad en los últimos años han venido acompañados de un creciente interés por el empleo de **metodologías activas** de enseñanza, más adecuadas al nuevo paradigma del aprendizaje, como el desarrollo de competencias.

Estas metodologías activas comparten algunos aspectos que las caracterizan. Son procesos de aprendizaje centrados y dirigidos por el alumnado, en interacción continua con el profesorado y entre los propios estudiantes. Además, tienen en cuenta los conocimientos previos del estudiante y su experiencia personal.

La metodología que utiliza los estudios de caso es también una metodología activa.

Es una metodología que pone el énfasis en la formulación de preguntas y no en la obtención de respuestas. Que trata de integrar los contenidos curriculares con la realidad exterior a las aulas. Que pretende relacionar teoría y práctica. Y en la que finalmente, la mayoría de los procesos de aprendizaje ocurren en grupo (Gil y Ibáñez, 2013).

2.2. Método del Caso

El Método del Caso como técnica didáctica (en adelante, MdC) es una estrategia de aprendizaje que surgió en la Universidad de Harvard a principios del siglo XX, para su aplicación en las escuelas de negocios y de leyes. Su finalidad era que los estudiantes de Derecho, en el aprendizaje de las leyes, se enfrentaran a situaciones reales y tuvieran que tomar decisiones, valorar actuaciones, emitir juicios fundamentados, etc. (UPM, 2008).

Desde entonces, esta técnica se ha ido extendiendo a casi todo el mundo y a muchas otras disciplinas (ciencias sociales, medicina, carreras administrativas, etc.). Sin embargo su empleo sigue siendo muy escaso en las materias tecnológicas, y prácticamente nulo en la educación secundaria.

Han surgido también, con el tiempo y su aplicación a distintos campos, muchas variantes o adaptaciones de la metodología original (más adelante menciono algunas).

Podemos decir, en líneas generales, que el MdC es una técnica de **aprendizaje activa**. Centrada en la investigación del estudiante sobre un problema real y específico que ayuda al alumno a adquirir la base para un estudio inductivo.

Es decir, se presenta una **situación concreta** (real o que lo parezca). Con una documentación suficiente (a veces ampliable), y que el alumnado debe **analizar, comprender y valorar**. El alumnado debe extraer de forma razonada sus propias conclusiones. Ejercitando de esta forma procesos cognitivos mucho más complejos que la mera memorización.

Recordemos los distintos niveles cognitivos en orden ascendente según la *Taxonomía de Bloom*: Memorización, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y valoración.

El MdC es una metodología didáctica muy abierta. Hay quien afirma que un pequeño caso puede presentarse y resolverse oralmente, sin necesidad de ningún material didáctico. También pueden plantearse casos muy complejos, que duren varias sesiones y en los que se utilicen multitud de herramientas didácticas y tecnológicas.

Algunas herramientas didácticas que suelen utilizarse con metodologías de este tipo son los debates, los torbellinos de ideas y las dramatizaciones. Una herramienta muy interesante desde mi punto de vista es, como ya he comentado, los **coloquios-debate** (tanto en grupos reducidos como entre toda la clase).

Esto hace que sea un método de aprendizaje basado en la **participación activa**, cooperativa y en el **diálogo democrático** de los estudiantes. Lo cual conlleva: La importancia de que los alumnos asuman un papel activo en el estudio del caso, que estén dispuestos a cooperar con sus compañeros, y que el diálogo sea la base imprescindible para llegar a consensos y toma de decisiones conjuntas.

En la actualidad existen diferentes variantes de esta metodología educativa. La clasificación varía dependiendo de los diferentes autores. Voy a tratar de mencionar los principales modelos de la forma más clara posible:

- Tipos de casos:
 - **Caso de valores:** Se solicita un juicio de responsabilidades sobre las personas o actitudes descritas en el caso.
 - **Caso incidente:** Pretende estimular al grupo a una búsqueda activa de informaciones que le ayude a asentar sus juicios.
 - **Caso de solución razonada:** Persigue encontrar soluciones razonables sin información complementaria.
 - **Caso de mentalización:** Examen de realidades más amplias, a partir de una concreta. Tomar conciencia de las causas y consecuencias ante la situación.
 - **Caso de búsqueda real:** Se entrena al grupo en la búsqueda de casos reales, y a partir de ellos discute soluciones concretas.
 - **Caso temático:** Lo que interesa no es el caso en sí, sino el tema de fondo sobre el que gira.
- Modelos de resolución de casos:
 - **Modelo centrado en el análisis de casos:** Analiza situaciones que han sido estudiadas y solucionadas por equipos de especialistas. Pretende que los estudiantes conozcan, analicen y valoren los procesos de intervención elaborados por expertos en la resolución de situaciones concretas. Aplicación del estudiante involucrado en un contexto real. Se analizan los efectos y las consecuencias de sus acciones. Se pueden estudiar también soluciones alternativas a la tomada en el caso objeto de estudio.
 - **Modelo centrado en la aplicación de principios y normas legales establecidas:** Los estudiantes se ejercitan en la selección y aplicación de los principios adecuados a cada situación. Análisis crítico y toma de decisiones.

- **Modelo centrado en el entrenamiento en la resolución de situaciones:** Requieren la consideración de un marco teórico, pero exigen que se atienda la singularidad y complejidad de contextos específicos. Requiere respeto a la subjetividad personal, no existe una única solución. Formulación de hipótesis y propuestas varias.

Dentro del modelo centrado en el entrenamiento en la resolución de situaciones existen a su vez varias subdivisiones:

- **Casos centrados en el estudio de descripciones:** Ejercitan el análisis, identificación y descripción de los puntos claves de una situación dada.
- **Casos centrados en la simulación:** Se busca específicamente que los participantes se coloquen dentro de la situación. Que participen activamente y tomen parte de la dramatización de la situación.
- **Casos centrados en la resolución de problemas:** Se centran en la toma de decisiones que requiere la solución de problemas planteados en la situación que se somete a revisión. Dentro de estos se pueden considerar, a su vez, en función de la finalidad específica:
 - **Casos centrados en el análisis crítico de toma de decisiones descritas:** Pretende que se emita un juicio crítico sobre las decisiones tomadas por otro individuo o grupo para la solución de determinados problemas.
 - **Casos centrados en generar propuestas de toma de decisiones:** Pretende que los estudiantes se impliquen en el proceso de toma de decisiones. Que diseñen soluciones o propuestas desde su opinión personal o grupal.

2.3. Competencias desarrolladas

El MdC desarrolla habilidades esenciales durante la etapa de secundaria, como son el análisis, la síntesis y la evaluación de la información. Contribuye también a aprender significativamente y a conectar la teoría y la práctica.

Posibilita además el desarrollo del pensamiento crítico. Incrementa la capacidad de trabajo en equipo y de toma de decisiones. Ayuda a desarrollar habilidades sociales y de expresión. Promueve capacidades como la innovación y la creatividad.

Se pueden agrupar en varias categorías las competencias desarrolladas usando el MdC. Las principales, según De Miguel (2005), son las siguientes:

- **Conocimientos:**

- Generales para el aprendizaje: Observación, identificación y evaluación de situaciones y casos reales. Análisis, razonamiento y toma de decisiones.
- Académicos vinculados a una materia: Interpretación de los casos desde la óptica del conocimiento específico de una materia (enmarcándolos en enfoques teóricos). Incluso generar nuevo conocimiento de la materia a partir de los casos estudiados.
- Vinculados al mundo profesional: Conocer, utilizar y adquirir habilidades y competencias requeridas en un campo profesional. Hacer juicios fundamentados sobre situaciones complejas propias del mundo profesional.

- **Habilidades y destrezas:**

- Intelectuales: Habilidad para generar, diseñar e implementar conocimiento aplicado e instrumental que se ajuste a las necesidades de los casos y del mundo real.
- De comunicación: Habilidades de comunicación de ideas, argumentación y elaboración de conclusiones de forma efectiva para diferentes situaciones y audiencias.
- Interpersonales: Habilidad de escuchar, respetar las ideas de otros, dialogar, etc.
- De organización/gestión personal: Habilidades para organizar y gestionar técnicas, procedimientos y recursos.

- **Actitudes y valores:**

- De desarrollo profesional: Tener las habilidades necesarias para el ejercicio profesional autónomo (iniciativa, tolerancia, flexibilidad, etc.).
- De compromiso personal: Tener iniciativa para saber resolver problemas con responsabilidad y autonomía, tanteando ventajas e inconvenientes.

2.4. El debate en el aula

Una herramienta que es inherente a mi adaptación de esta metodología didáctica, y que me resulta muy atractiva y enriquecedora para su uso en la escuela, son los debates.

Podemos definir el debate, en su forma más sencilla, como un acto de comunicación que consiste en la discusión de un tema entre dos o más personas, con carácter argumentativo.

No descarto la utilización de debates organizados, compuestos por grupos enfrentados y con posiciones prefijadas. Sin embargo para el modelo de actividad que propongo considero más enriquecedores los coloquios-debate entre todo el grupo.

Creo que es importante utilizar el diálogo entre estudiantes en las aulas, como herramienta de enseñanza y aprendizaje.

Opino que la discusión a través de la argumentación resulta un ejercicio interesante y que proporciona muy buenos resultados educativos y de mejora de la implicación y la motivación.

Pienso que dialogar/debatir es siempre una oportunidad de aprendizaje significativo y trascendente, en la medida en que quienes participan logran involucrarse y comprometerse en la formulación y revisión de sus hipótesis.

Este es además, desde mi punto de vista, un ejercicio especialmente atractivo a la hora de introducir o concluir temáticas.

Estas son algunas de las conclusiones de un estudio sobre el uso didáctico de los debates, en este caso en el ambiente universitario (Sánchez, 2007):

- Supuso un incremento moderado de la asistencia a clase.
- Se produjo un incremento en el interés del tema de debate y en menor medida por la asignatura.
- Los alumnos consideraron que aumentaron sus capacidades de comunicación en público.
- La actividad es considerada como más entretenida por parte del alumnado.
- El grado de aprendizaje es percibido como superior respecto a los métodos tradicionales de enseñanza.
- Todos los alumnos evaluados recomendarían la participación en la actividad a otros compañeros.

3. Pensamiento crítico y educación ambiental

3.1. Introducción

El modelo educativo imperante actualmente en todo el mundo es el de la llamada *Teoría Curricular Técnica*. El objetivo principal de este modelo es el de preparar a los estudiantes para su inserción en el mercado laboral mediante la impartición de una serie de conocimientos funcionales. Esto se percibe, desde mi punto de vista, todavía más claramente en las materias de carácter técnico.

Estos conceptos teóricos están diseñados para ser aprendidos de memoria, con el único objetivo aparente de aprobar una serie de exámenes. Después, a menudo, serán olvidados con rapidez.

Los conocimientos curriculares son además en muchas ocasiones puntuales, excesivamente técnicos, o completamente carentes de importancia para la realidad tanto del momento como futura del alumnado (o por lo menos así lo percibe este habitualmente).

Esta es una de las principales causas que ha motivado este trabajo. No pretendo obviamente realizar una adaptación curricular de base (que las hay, como ya he mencionado anteriormente), pero sí realizar ejercicios encaminados en otra dirección.

Pienso que esto sería muy enriquecedor para las materias relacionadas con la tecnología.

Creo que es muy importante, en el marco histórico y social en el que vivimos, que los conceptos impartidos se relacionen con las problemáticas sociales y ambientales a las que están vinculados. Que se incite al alumnado a reflexionar críticamente sobre estos aspectos.

3.2. Modelo socio-crítico

Los ejercicios que planteo pretenden estar basados en una mirada más socio-crítica de la educación.

El modelo socio-crítico es un modelo que busca un estilo de **aprendizaje basado en experiencias y reflexiones**. Pretende que los estudiantes desarrollen una **conciencia crítica y reflexiva**, para que de esta forma puedan elaborar un criterio propio y ponderado.

En palabras de Alvarado y García (2008):

Nace de una crítica a la racionalidad instrumental y técnica propia del paradigma positivista (modelo de la teoría curricular técnica), y plantea la necesidad de una racionalidad sustantiva que incluya los juicios, los valores y los intereses de la sociedad, así como su compromiso para la transformación desde su interior.

...

El modelo crítico es, por tanto, el que sirve al interés emancipatorio hacia la libertad y la autonomía racional.

Algunas de las principales características de este modelo educativo son:

- Unir la teoría y la práctica.
- Fomentar la integración de todos los participantes en los procesos de reflexión y toma de decisiones consensuadas.
- Propiciar la comunicación horizontal entre los integrantes del grupo.
- Buscar la emancipación del individuo a través del desarrollo del juicio y la crítica.
- Formación centrada en el desarrollo de procesos intelectuales y no en el producto de estos.

Creo que el tipo de actividad que propongo va bastante orientada en este sentido. Que reúne la mayoría de características propias de este modelo.

3.3. Educación ambiental

La concepción de educación ambiental que utilizo en este trabajo es la de una **educación para el desarrollo sostenible**. No se centra en un ámbito concreto, sino que abarca múltiples campos tan distintos como: La paz, la salud, la urbanización sostenible, el respeto al medio ambiente, o la economía de mercado.

Desde esta idea no se pretende suplantar a ninguno de los movimientos educativos ya existentes, sino hacer un llamamiento a todos ellos a fin de que incorporen la dimensión de la sostenibilidad.

Eso supone que el desarrollo sostenible debe incorporarse a las demás asignaturas, de hecho, debido a su amplitud no puede enseñarse como una asignatura independiente (UNESCO, 2005).

Como comenta María Novo (2009) en su artículo sobre este tema:

Es necesario que la educación, como instrumento de socialización y de actitud crítica, adopte respuestas válidas para los retos que tiene planteados la humanidad. Uno de ellos, tal vez el más relevante en un momento de cambio global como el que vivimos, es el de reorientar nuestras formas de vida hacia la austeridad, la moderación y la sencillez, para romper con el círculo vicioso de la acumulación económica de unos pocos a costa de la pobreza del resto de la humanidad y de la destrucción del medio ambiente.

...

*La educación se enfrenta, cuando menos, a dos retos ineludibles: por un lado **el reto ecológico**, que implica contribuir a formar y capacitar no sólo a jóvenes y niños, sino también a los gestores, planificadores y las personas que toman las decisiones, para que orienten sus valores y comportamientos hacia una relación armónica con la naturaleza; por otro, **el desafío social** que, en un mundo en el que la riqueza está muy injustamente repartida, nos impele a transformar radicalmente las estructuras de gestión y redistribución de los recursos de la Tierra. Ambas cuestiones constituyen verdaderos ejes referenciales al hablar de desarrollo sostenible.*

Mi propuesta va encaminada precisamente en esta dirección. Creo que es necesario presentar las problemáticas sociales y medioambientales relacionadas con los temas impartidos, e invitar a la reflexión y búsqueda de soluciones respecto a estas, en la enseñanza de las materias relacionadas con la Tecnología.

La educación secundaria, y en concreto la ESO, me parece la etapa idónea para hacerlo. El currículum de tecnología es muy amplio (toca muchos temas diferentes), el peso de los conceptos teóricos de cara a los exámenes no es tan fuerte y el alumnado es lo suficientemente maduro como para reflexionar de forma efectiva sobre estos aspectos (y no tanto como para estar fuertemente socializado y tener excesivos prejuicios).

4. Mi propuesta

4.1. Justificación didáctica

Una de las muchas posibilidades que el trabajo con estudio de casos nos ofrece es la de utilizarlo como un instrumento para desarrollar competencias y conseguir aprendizajes ajenos al propio caso. Este, como ha quedado reflejado en los apartados anteriores, es el caso de mi propuesta.

Este proyecto se basa en la realización de ejercicios que centren su atención en el alumnado. Así como en sus conocimientos previos y en su curiosidad natural.

La intención de este proyecto puede dividirse en tres apartados fundamentalmente:

- Aumentar la **motivación e implicación** del alumnado en el proceso de aprendizaje. Tanto mediante la utilización de una metodología activa, como relacionando los conceptos estudiados con la realidad exterior al centro.
- Cultivar en el alumnado una **actitud crítica e inquisitiva** que le sirva de acicate para ampliar y profundizar su conocimiento, inicialmente dentro de la asignatura de Tecnologías, y paulatinamente en su actitud hacia el mundo en el que vive.
- Fomentar en los estudiantes el **desarrollo de competencias básicas** tan necesarias en esa etapa. Tanto de comunicación lingüística, como de conocimiento e interacción con el mundo físico, de tratamiento de la información y de competencia social y ciudadana, entre otras.

4.2. Características generales

Los ejercicios que este documento plantea están basados en el MdC, aunque marcados también por mi personal mirada e intereses.

Los casos que se proponen en este trabajo son casos de tipo **mentalización** (el objetivo es que se tome conciencia de una situación y se reflexione críticamente sobre ella), son además casos **temáticos** (el caso es solo una excusa para tratar el tema sobre el que este gira), con trazos de casos **de valores** y de **solución razonada** (en la medida en la que se juzgan las decisiones y actitudes pasadas o existentes y se orientan hacia la búsqueda de soluciones o actitudes alternativas).

En cuanto a la forma de resolución de los casos y los propósitos metodológicos buscados, son casos basados en el modelo centrado en la **resolución de**

problemas. Están a caballo entre el análisis crítico de la toma de decisiones descritas y la pretensión de generar propuestas o soluciones alternativas.

En este tipo de ejercicios se requiere el análisis de un marco teórico, la valoración de los factores implicados y la resolución de determinados problemas. Sin embargo no existe una respuesta correcta. El docente debe estar abierto a soluciones diversas (respeto a la subjetividad personal).

Los casos pueden presentarse desde un relato narrativo real o ficticio. En los dos ejercicios que he desarrollado a modo de ejemplo no existe esta narración. Se puede considerar que la historia es la propia problemática presentada y que los personajes son las partes implicadas.

En caso de que existiera un relato de estas características, este sería más bien una introducción con objeto de captar la atención del alumnado.

4.3. Proceso propuesto

Las actividades de este tipo pueden diferir mucho unas de otras. Tanto en complejidad, como en tiempo dedicado, proceso a seguir o herramientas utilizadas. Esto dependerá de los objetivos perseguidos, el número y la edad de los alumnos, los conocimientos previos sobre el tema, el tiempo y los medios disponibles, etc.

La estructura base que planteo en este trabajo es la siguiente:

- **Presentación del caso y entrega de la documentación** (normalmente se irá entregando por partes).
- **Trabajo individual:**
 - Análisis y valoración de la documentación.
 - Realización de un informe preliminar.
- **Trabajo en pequeños grupos** (entre 4 y 6 alumnos):
 - Contraste y puesta en común.
 - Se puede pedir que pongan por escrito los principales acuerdos alcanzados y los puntos de conflicto existentes.
- **Debate entre el conjunto de la clase:** Análisis de los factores y las causas, soluciones propuestas, valoración de las implicaciones y consecuencias, problemáticas que pueden surgir, etc.

- **Trabajo individual:** Informe y reflexión finales.
- Presentación o reflexión (dependiendo de si es o no un ejercicio introductorio al tema) por parte del profesor sobre los conceptos teóricos derivados del ejercicio.
- Se puede trabajar con estos conceptos de nuevo en pequeños grupos.

4.4. Tareas del profesorado

Los principales cometidos del docente pueden dividirse en los siguientes apartados:

- Antes de comenzar:
 - Estar muy familiarizado con el caso o elaborarlo (preferiblemente lo segundo).
 - Determinar los objetivos y competencias a desarrollar.
 - Elaborar y seleccionar la documentación necesaria.
 - Determinar el proceso a seguir y las herramientas a utilizar.
 - Preparar detenidamente cada sesión (temporalizar las actividades).
 - Pensar en las preguntas y temas que pueden surgir durante el debate.
 - Definir el sistema organizativo, las dinámicas internas y las tareas de los estudiantes y del grupo.
- Durante la actividad:
 - Presentar el caso, explicando claramente las tareas a realizar (lo mejor desde mi punto de vista es emplear algo de tiempo en explicar detenidamente la totalidad de la actividad, objetivos, forma de evaluación, etc.).
 - Dinamizar el grupo, combinando la directividad con la no-directividad (guiar la reflexión pero evitando la emisión de juicios propios, observar, reconducir el análisis si es necesario, moderar los tiempos e intervenciones, crear climas de diálogo, realizar alguna síntesis final si se considera conveniente, etc.).
 - Paralelamente, debe tomar las notas imprescindibles para realizar un seguimiento de las intervenciones de los estudiantes.

- Una vez terminada:
 - Registrar las contribuciones de los estudiantes y demás aportaciones, relacionadas con la evaluación de los mismos y con la medición del éxito de la actividad (y las posibles mejoras a realizar).

4.5. Tareas del alumnado

Pueden variar bastante de un caso a otro. Además variará también el grado de profundización de cada una. El docente deberá pensar que tareas considera más importantes y en cuales se quiere centrar menos durante el diseño de la actividad.

Dependerán de la edad del alumnado y el número de estudiantes, del tiempo disponible, de los objetivos específicos de la actividad, de las partes y el formato escogidos, etc.

Los principales procesos que pueden aparecer en la actividad, tal y como la planteo, son los siguientes:

- **Estudiar** el caso planteado situándolo dentro del contexto específico en el que tiene lugar.
- **Analizar** el caso desde distintas perspectivas tratando de diferenciar los principales factores que intervienen.
- **Identificar** la información adicional que se requiere para conocer el caso en profundidad y pensar cómo podría obtenerse.
- **Interrelacionar conocimientos.**
- **Reconocer** los planteamientos teóricos e ideológicos desde los que actúan las distintas partes implicadas.
- **Analizar y valorar** por separado los distintos problemas/factores que intervienen.
- **Buscar y formular** las causas de los problemas.
- **Generar** alternativas de acción como solución a las problemáticas existentes.
- **Señalar** las estrategias y recursos necesarios para implementar las soluciones propuestas.

- **Determinar** el procedimiento con el que se llevará a cabo la evaluación de la decisión adoptada y sus efectos.
- **Dialogar, argumentar, comunicar con claridad, escuchar y respetar** a los demás en el diálogo.

4.6. Recursos necesarios

Los recursos utilizados pueden variar enormemente de un caso a otro. En principio casi nada es imprescindible, se puede hacer con lo más básico. Se puede incluso realizar el ejercicio íntegramente de forma oral (obviamente actividades muy sencillas y con grupos muy reducidos).

Los recursos recomendados, en el caso de mi propuesta son al menos: Documentación en papel, hojas para realizar las partes escritas, una pizarra para apuntar algunos datos que se consideren necesarios y un espacio adecuado para realizar el ejercicio.

En muchos casos puede ayudar disponer de un proyector para mostrar parte de la documentación u ordenadores y conexión a internet para buscar información adicional o poner algún video.

Se puede utilizar también cualquier otra herramienta que se nos ocurra (TIC o de otro estilo). Ya sea para motivar al alumnado, porque mejora el entendimiento del caso, o porque fomenta el desarrollo de determinadas competencias que nos interesan.

Además, aparte de los coloquios-debate (que propongo como herramienta esencial de mi propuesta), se puede recurrir a otras estrategias didácticas como son: Los torbellinos de ideas (brainstorming), la dramatización, o los debates organizados de un grupo contra otro.

4.7. Evaluación

La evaluación de un ejercicio de este tipo tiene dos vertientes fundamentales:

- La valoración del éxito de la propuesta: **Mejora continua**.
- La **evaluación del aprendizaje** adquirido por el alumnado.

Tanto la evaluación y mejora del sistema, como la evaluación del aprendizaje, son un procesos continuos.

Las propuestas concretas de evaluación de ambos aspectos se definirán en cada uno de los dos ejercicios desarrollados a modo de ejemplos más adelante en esta misma memoria.

Mejora continua

Como ya he comentado la evaluación y mejora del sistema es un proceso continuo.

Simplemente tomar el pulso al interés mostrado por los alumnos puede arrojar datos para la mejora o reconducción o de la actividad. El docente debe recoger notas y tener siempre una actitud abierta y reflexiva, con objeto de mejorar el ejercicio.

No obstante esta valoración no debe provenir solo de la percepción del profesor. Los estudiantes, como actores principales del proceso de aprendizaje, tienen que formar parte de su valoración. Tienen que poder expresar libremente sus opiniones, y el docente debe hacer un esfuerzo por estudiarlas y tenerlas en cuenta.

Existen muchos métodos para recoger las opiniones del alumnado: Hacer un breve coloquio de valoración y proposición de sugerencias, pedir una valoración general anónima y escrita, basar esta valoración en unas preguntas concretas, pedir la calificación (en base a una escala) de diferentes aspectos de la actividad, etc.

Además, para obtener una valoración técnica de los resultados del programa, es muy recomendable servirse del análisis de otros profesores, preferiblemente con un mayor grado de experiencia en la materia o en actividades de este tipo.

Evaluación del aprendizaje

Los alumnos serán evaluados en función de los saberes y capacidades desarrollados, así como de la implicación, esfuerzo y actitud mostrados durante el proceso.

La forma de evaluación y el peso de cada apartado dependerán obviamente de los objetivos formativos que se consideren prioritarios en cada caso (competencias desarrolladas, conocimientos adquiridos, actitudes, etc.).

Los principales métodos de evaluación para la actividad propuestos en este caso son:

- Evaluación continua de las aportaciones, la implicación y la actitud. Se puede realizar tanto mediante la toma de notas en general como en base a una rúbrica predefinida (si es así pienso que conviene que el alumnado la conozca).
- Evaluación de los informes escritos realizados, tanto grupales como individuales.
- Se pueden realizar también autoevaluaciones y evaluaciones de los compañeros de grupo.

5. EL problema de la contaminación de las aguas subterráneas debido a los nitratos de origen agrícola

5.1. Introducción

Puse en práctica esta actividad durante mi estancia en el **Centro Integral Agroforestal**, realizando el *Prácticum II*. La desarrollé en el marco del módulo *Planificación de Cultivos I*, módulo de **primero** del ciclo de **FP Superior** de *Paisajismo y Medio Rural*.

Realicé la actividad como puesta en práctica de un ejercicio de innovación educativa, en relación con la asignatura del máster: *Innovación Docente e Iniciación a la Investigación Educativa en el Ámbito Tecnológico*.

Desarrollé el ejercicio en relación a las unidades didácticas: *Planificación de Riegos*, y *Cálculo del Abonado*. En este caso dichas unidades acababan de ser impartidas durante las semanas anteriores a que yo realizase la actividad.

En el momento en que realicé la actividad había en clase **18 alumnos**, con edades comprendidas entre los 19 y los 28 años. La mayoría provenían del estudio de FP de grado medio (lo que les convertía en un grupo más complicado desde el punto de vista actitudinal según los profesores). Solo 4 de dichos estudiantes eran chicas.

La duración de la actividad fue de **1 hora**, ya que el módulo se impartía solo una hora por semana. Me hubiera gustado disponer de dos horas seguidas para poder realizar una actividad algo más extensa y de forma más distendida.

El profesor del siguiente módulo me permitió también utilizar parte de su hora con el fin realizar la valoración del éxito y posibles mejoras de la actividad (se lo había pedido previamente ya que la temporalización de mi actividad era muy ajustada y no tenía tiempo suficiente para realizar dicha valoración durante mi hora).

El ejercicio fue bastante sencillo, se trató más bien un pequeño experimento para poner a prueba la viabilidad de mi propuesta en su ambiente natural. Los resultados fueron muy satisfactorios desde mi punto de vista (los expongo más adelante).

La idea sobre el tema (la contaminación de los acuíferos) la obtuve de un artículo (Sánchez, Lacosta y Fernández, 2008) que trata acerca de un caso que gira en torno al mismo asunto (aunque con proceso y documentación completamente diferentes). El caso que presenta dicho artículo fue utilizado para abordar el estudio de las disoluciones en secundaria.

Al principio barajé también centrar la actividad en otros temas, como los pesticidas y herbicidas o los productos transgénicos. Sin embargo finalmente estimé que este era el tema más adecuado. Tanto debido al tiempo disponible, como por considerar que se ajustaba mejor al currículum de la asignatura.

Los principales objetivos didácticos de esta actividad eran:

- Conectar los temas estudiados con anterioridad con la realidad del momento y con problemáticas existentes relacionadas con ellos.
- Mejorar los conocimientos y las actitudes hacia los procesos y consecuencias de la contaminación de las aguas subterráneas.
- Desarrollar competencias básicas propias de este periodo formativo.
- Aumentar el interés y la motivación de los estudiantes. Tanto hacia la asignatura, como hacia el cuidado al medio ambiente, la reflexión crítica y la búsqueda de información por cuenta propia.

5.2. Planificación de la puesta en práctica

Realizando el *Prácticum II* estaba asignado a varios módulos de diferentes ciclos de FP (de grados medios y superiores) y a un PCPI. Casi todos los módulos eran fundamentalmente prácticos. Al principio esto me hizo temer que fuera difícil realizar allí el ejercicio que tenía en mente, ya que está pensado para una unidad didáctica esencialmente teórica (o para la parte teórica de una unidad didáctica).

Una vez familiarizado con los temarios de los diferentes módulos tuve que pensar en una problemática actual y que estuviese relacionada con el temario de alguno de estos módulos. También que tuviese una complejidad adecuada, que pudiese interesar y motivar al alumnado, y que pudiera considerarse relevante por su trascendencia social o medioambiental.

Como ya he comentado me decidí por la **contaminación de las aguas subterráneas**, en relación a dos unidades didácticas referentes al cálculo de los riegos y del abonado de cultivos respectivamente. Dichos bloques de contenidos pertenecen al temario del módulo *Planificación de Cultivos I*, de FP Superior.

La opción que elegí me gustó bastante y me pareció muy adecuada. Está íntimamente relacionada con dos unidades didácticas que acababan justo de terminar, la problemática es actual y nos afecta directamente (se habla de la

situación en Navarra), y está directamente relacionada con la futura práctica profesional de los estudiantes que se encontraban en clase.

Tras tener la idea hablé con el profesor para explicarle mi propuesta. Me dijo que le parecía muy bien pero que solo podía ofrecerme una hora, ya que iban retrasados en cuanto al temario. El docente era además bastante escéptico al principio en cuanto al resultado que la actividad podía tener con ese grupo de alumnos (me comentó que no esperase demasiado de ellos).

Una vez tomada la decisión comencé a elaborar los materiales, a decidir las partes del ejercicio y su temporalización, y a fijar las herramientas que iba a utilizar para la valoración de la actividad.

Quiero matizar también que este ejercicio no se evaluó, así que ese apartado no está desarrollado para esta actividad (sí que lo está en la actividad propuesta para la ESO).

Decidí no evaluar la actividad debido a que la realicé en mi última sesión en ese módulo, no era mi asignatura y el profesor titular no parecía querer que se evaluase.

Sin embargo sí que traté de fijarme en el comportamiento y la implicación de los diferentes alumnos y en los aspectos que debería valorar si estuviese actuando en calidad de profesor titular, aunque sin tomar notas en esta ocasión.

5.3. Partes del ejercicio y documentación utilizada

La actividad se dividió en los siguientes apartados:

- **Presentación:** En primer lugar les hablé un poco del ejercicio que íbamos a realizar. Les conté porque había decidido realizar ese ejercicio, cuál era el tema, que objetivos perseguía y en que iba a consistir (partes del ejercicio, lo que consideraba más importante, etc.).
- **Estudio de la documentación:** A continuación les entregué la documentación elaborada por el docente (en este caso yo) para su lectura. Incluyo la documentación en el **Anexo I**, así como las preguntas de la parte individual y la hoja de valoración de la actividad. La documentación se fue entregando progresivamente. Constaba de los siguientes documentos:
 - Una **síntesis** de la **normativa** europea que regula el uso de nitratos.

- Una **noticia** de finales del año 2013 sobre la alarmante situación de los acuíferos catalanes.
- Una **tabla** que recogía los **datos** (tomados el mismo año por el Departamento de Medio Ambiente) de la situación de las aguas subterráneas en **Navarra**.
- Un **mapa de Navarra** indicando donde habían sido recogidos los diferentes datos.
- Una **imagen** en la que podían observarse los **diferentes contaminantes** que afectan a los acuíferos (relacionados y no relacionados con la actividad agrícola).

Primero entregué juntos los dos primeros documentos, uno para cada alumno especificando el orden de lectura correcto (ya sabían algo sobre el tema, así que les mencioné que lo que me interesaba era el concepto general, no los detalles o que memorizaran nada). Los dos documentos siguientes los entregué por filas (uno para cada fila para que se los fuesen pasando), la clase estaba dividida en 5 filas (de 3 o 4 alumnos cada una). El último documento se lo mostré yo a la clase en lugar de repartirlo, comentándolo un poco a la vez.

Quiero mencionar también que traté de que la información de la actividad fuese siendo analizada de lo general a lo particular y más cercano. Es decir, comenzar hablando de Europa, después de España y por último de Navarra.

- **Trabajo individual:** Después les entregué una hoja con varias preguntas (Anexo I), para que las contestaran de forma individual y en base a su opinión al respecto (comenté que no existía una respuesta correcta, que lo que me interesaba era que trataran de reflexionar sobre las preguntas y expresaran su opinión).
- **Trabajo por grupos (NO):** Tal y como había pensado el ejercicio modelo existía una parte de trabajo en pequeños grupos (como ya he comentado en el apartado de *proceso propuesto*). En este caso decidí suprimir esta parte por falta de tiempo y dado que en este ejercicio experimental la parte que más me interesaba era la del coloquio-debate.
- **Coloquio - debate:** Después se realizó un debate entre toda la clase en relación a los temas tratados en la actividad. En el debate participó también el profesor del módulo y mi tutora del Prácticum II, que había querido acudir a presenciar la actividad. La disposición del alumnado se modificó con el fin de facilitar la comunicación. Mi papel fue el de regular las intervenciones y animar a la participación.

- **Valoración:** Por último (y ya en la hora siguiente por falta de tiempo), pedí a los alumnos una valoración escrita y anónima de la actividad, en base a unas preguntas de carácter orientativo que se incluían en la hoja que les repartí al efecto (Anexo I). Insistí en que las preguntas eran de carácter orientativo y que me interesaba que expresasen libremente cualquier opinión que tuviesen sobre el ejercicio. Después hicimos un pequeño coloquio de valoración del ejercicio.

5.4. Temporalización

El tiempo del que disponía era muy limitado para un ejercicio de estas características, incluso tratándose de una pequeña prueba. Por lo tanto fue necesario planificar muy bien los tiempos y de forma muy ajustada, y estar atento a controlarlos durante el desarrollo del ejercicio.

Al final se ajustaron muy bien a la planificación que había realizado y todas las partes del ejercicio se pudieron realizar correctamente. Los tiempos planeados para las distintas partes eran los siguientes:

- Presentación – 5 minutos
- Estudio de la documentación – 15/20 minutos.
- Trabajo individual – 10/15 minutos.
- Debate – 20 minutos.

Ya en la hora siguiente:

- Valoración anónima escrita – 5/10 minutos.
- Coloquio de valoración – 10 minutos.

5.5. Valoración del éxito de la actividad

En primer lugar quiero recordar que, como ya he comentado, no evalué a los estudiantes durante la realización de esta actividad.

Les mencioné a los estudiantes que no iban a ser evaluados durante la presentación de la actividad. Al principio no estaba muy seguro de si hacerlo, pero me pareció adecuado ya que así era, y que además de esta forma podría comprobar mejor la motivación intrínseca generada por la actividad. Además durante los primeros 20 minutos estuve solo con ellos (sin otros docentes). A

pesar de todo esto se implicaron mucho, la actitud fue excelente y todos hubiesen aprobado la actividad, la mayoría con buenas notas.

La simple observación por parte del propio docente es también una herramienta de valoración del éxito de la propuesta y mis sensaciones al respecto fueron muy buenas.

La actitud fue muy buena en todo momento (y no siempre lo era) y se implicaron mucho con el ejercicio desde el primer momento. Escribieron bastante más de lo que yo esperaba y participaron efusivamente en el debate, aunque respetándose los unos a los otros.

Las herramientas de valoración del éxito del ejercicio fueron:

- Observación durante el transcurso de la actividad.
- Valoración escrita anónima.
- Coloquio de valoración de la actividad.
- Consulta de la opinión del docente titular de la asignatura y de la tutora del Prácticum II, como opiniones de expertos y comparación con grupos de control (otros grupos y el mismo grupo durante otras actividades).

Quizás parte de la implicación y buena actitud fue debida a la novedad. A que nunca habían tenido una clase conmigo y a que se trataba de un ejercicio diferente.

Varios comentaron también en las valoraciones anónimas y en el posterior coloquio que les había gustado el hecho de que les hiciese una presentación inicial, en la que les expliqué en que iba a consistir la actividad y el motivo que me llevaba a realizarla. Que mencionasen esto me parece interesante, porque considero que de esta forma se le hace ver al alumnado que se valora su opinión y se le trata como una parte responsable y consciente del proceso de enseñanza-aprendizaje. Creo que así se aumenta su implicación y su motivación intrínseca por el aprendizaje.

Me daba un poco de miedo haber dispuesto excesiva carga de lectura y escritura, que el inicio les pareciera un poco pesado (sobre todo debido al perfil del alumnado). Pero me dijeron (durante el coloquio de valoración) que no les había resultado pesado y que lo consideraban necesario.

Las hojas de valoración que les entregué tenían escritas en la parte superior las siguientes preguntas: *¿Os ha parecido un tipo de ejercicio interesante? ¿Pensáis que esta clase de prácticas servirían para aprender cosas importantes? ¿Y para captar la atención del alumnado? ¿Creéis que es útil para sensibilizar? ¿Cómo se podría mejorar?*

Les remarqué que se trataba solo de preguntas orientativas para ayudarles a realizar la valoración del ejercicio y que escribiesen lo que quisiesen con total libertad.

Los comentarios de las valoraciones del alumnado fueron todos positivos. Comentaron que les parecía un tipo de actividad muy amena e interesante, una forma atractiva de abordar temas de estudio, que encontraban importante también el aspecto relacionado con la sensibilización y que deberían realizarse más ejercicios de este tipo en las aulas.

En cuanto a las sugerencias de mejora hicieron las siguientes:

- Que hubiese algo más de tiempo para el debate (a mí también me hubiese gustado).
- Que se profundizase con más información, por ejemplo en futuras sesiones.
- Hacer más clases de este tipo
- Usar el PowerPoint (había barajado mostrar los tres últimos documentos en PowerPoint, al final decidí hacerlo todo entregando hojas pero si repitiese la actividad usaría PowerPoint).
- Ir apuntando en la pizarra algunas de las ideas interesantes que surjan en el debate (me parece una idea bastante buena).
- Relacionar la actividad con una salida en la que se vean en vivo los aspectos tratados (creo que podría ser interesante también, si es posible y el tema tratado lo permite).

En cuanto a la opinión de los profesores, destacaron que les había sorprendido mucho que se interesaran tanto por la actividad. Sobre todo que se hubiesen implicado en escribir y tratar de reflexionar sobre el tema. También que se hubiesen comportado tan bien durante el ejercicio.

Comentaron que podría ser una actividad bastante interesante para captar la atención del alumnado, aunque no debería abusarse de ella, y que quizás parte del éxito era debido a la novedad (que tuviese cuidado, ya que los estudiantes se aburren rápido).

5.6. Otras reflexiones sobre la actividad

Desde mi punto de vista 2 horas hubiese sido el tiempo perfecto para realizar esta actividad con más calma, incluyendo la parte de trabajo en grupos, y con más tiempo para profundizar en el debate.

Se podrían realizar también varias pequeñas actividades de este tipo enlazadas entre sí y en sesiones diferentes, con menos documentación cada una (se realizarían también de forma más fluida una vez que el alumnado conociese la dinámica). Esto es algo que en mi opinión se podría aplicar mejor en la ESO.

En cuanto al debate al principio les costó un poco soltarse, pero luego estuvo muy animado y no querían terminarlo incluso cuando sonó el timbre.

Al principio comencé hablando yo. Me había llevado una hoja con algunos temas apuntados para estimularles y crear controversia, para hacerles opinar (pensando precisamente en el comienzo o en si el debate comenzaba a decaer).

Estos son algunos de los temas sobre los que giró el debate y algunas de las opiniones predominantes entre el alumnado:

- Legislación y control VS sensibilización.
- ¿Alguno de ellos afecta a las grandes empresas?
- Sensibilización a todos mediante la educación (consumidores) podría producir un cambio lento aunque real.
- La sociedad y la televisión nos educa para lo contrario, para que compremos los productos más industrializados (con aspecto más bonito, pero menos sanos y sin preocuparnos de las consecuencias medio ambientales o sociales).
- Polémica entre las voces que afirman que hay excesiva alarma social respecto a este tema y posibles intereses económicos detrás de estas.
- Típico método de actuación de ir a solucionar los problemas después en lugar de prevenirlos.
- Algunas posibles soluciones como: Calcular correctamente la dosis de abono, usar menos abono, hacer rotaciones de cultivo o usar abonos con liberación lenta de nitrógeno.

- Otras fuentes de contaminación de los acuíferos (relacionadas y no relacionadas con la actividad agrícola) como los pesticidas, nitritos, fracking, vertidos industriales, combustibles, etc.

6. Problemas relacionados con los nuevos dispositivos electrónicos: El coltán

6.1. Introducción

La actividad que defino en este apartado pretende ser un ejemplo de la aplicación de mi propuesta a su grupo objetivo principal. Es decir, a una unidad didáctica del temario de **Tecnología** de la **ESO**. Es un ejercicio que no he puesto en práctica, ni lo voy a hacer (por el momento).

El ejercicio está diseñado para el curso de **4º ESO**. Está ligado principalmente a las unidades didácticas de *Electrónica* y a la de *Tecnología y sociedad*, aunque podrían tratarse también desde este caso algunos aspectos relacionados con el bloque de *Tecnologías de la comunicación*.

No voy a proponer un centro concreto en el que realizar la actividad, por lo que manejaré datos generales relativos al perfil del alumnado. Al ser una clase de 4º ESO los estudiantes tipo tendrán **15-16 años** y se espera tener unos **25-35 alumnos** en clase.

El gran número de alumnos por clase añade algunas dificultades en cuanto a la realización de la actividad, pero precisamente por esto resulta muy útil la fase de trabajo en pequeños grupos.

La actividad está dividida en **2 sesiones de 2 horas** cada una (la división en partes y tiempos aparece definida pormenorizadamente más adelante).

En este caso propongo que la actividad se realice como **introducción al bloque de Electrónica**, ya que no precisa de conceptos técnicos estudiados en este bloque y puede ayudar a aumentar el interés de los alumnos.

El tema alrededor del que gira el ejercicio es **el coltán**, un mineral superconductor muy presente en los aparatos electrónicos de nueva generación. La actividad alude principalmente a las guerras existentes en África en torno a la extracción de este mineral y a las condiciones en las que viven los que lo extraen.

Se pretenden presentar también de forma más superficial asuntos como las consecuencias medio ambientales derivadas de esta clase de prácticas, la importancia del reciclaje, el consumismo o la obsolescencia programada y percibida.

Se exponen también las propiedades y usos de este material y algunas alternativas y soluciones al conflicto existentes actualmente.

Los objetivos didácticos específicos de esta actividad son:

- Captar la atención y aumentar el interés del alumnado en relación al bloque que se va a estudiar a continuación (Electrónica). A la vez que se conecta el bloque con problemáticas sociales y medioambientales vinculadas a este.
- Mejorar los conocimientos y las actitudes hacia los procesos de extracción de materias primas, las consecuencias de la lucha por el control de los yacimientos, temas relacionados con el reciclaje y con nuestra forma de producción y consumo, etc.
- Desarrollar competencias básicas propias de este periodo formativo.
- Aumentar el interés y la motivación de los estudiantes. Tanto hacia la asignatura, como hacia el consumo responsable, el cuidado al medio ambiente, la reflexión crítica y la búsqueda de información por cuenta propia.

6.2. Partes del ejercicio y documentación propuesta

Como ya he dicho esta actividad está dividida en 2 sesiones de dos horas cada una. Cada una de las dos sesiones puede constituir un caso en sí misma, aunque ambas van ligadas. Ambas constan de los mismos apartados fundamentales, aunque los tiempos dedicados (el peso que se le da) a cada uno de ellos varía bastante.

Tanto la documentación que se entregará en la segunda sesión, como las reflexiones que se esperan, son una continuación de lo realizado en la primera sesión.

Toda la documentación propuesta para cada sesión, así como los ejercicios individuales y grupales están incluidos en el **Anexo II** de esta misma memoria.

SESIÓN 1

Presentación:

Se explicará brevemente en qué consiste el método del caso (en caso de que no se hayan realizado ejercicios de este tipo con anterioridad) y se presentará también brevemente el tema que se va a tratar y por qué (en relación al bloque de Electrónica que va a comenzarse a continuación).

Se expondrá además las partes de que consta el ejercicio y el tiempo que se va a dedicar a cada una de ellas. También los objetivos que se persiguen con la actividad y que aspectos serán tenidos en cuenta en la evaluación del mismo.

Estudio de la documentación:

Consistirá en el estudio y análisis de la documentación, que se irá entregando progresivamente.

En este caso y debido al tema tratado me ha parecido mejor que toda la información sea entregada en papel, pero se podrían también mostrar algunas partes mediante un PowerPoint o poniendo algún video.

La documentación para esta primera sesión será la siguiente:

- Artículo de la revista *Proceso* “**Coltán, electrónica, explotación y sangre**” (2013). Presenta el coltán y habla de la situación existente en África y de su evolución en los últimos años.
- Algunas partes del artículo de opinión de la web informativa *LibertadDigital.com* “**Coltán: el mineral de la guerra**” (2014). Amplía la información referente a los problemas relacionados con este mineral, tratando algunos aspectos diferentes.
- Artículo de la revista online de ciencia y tecnología *Mundo Digital* “**Coltán, el mineral clave para la fabricación de componentes electrónicos**” (2013). Expone de forma técnica que es el coltán y el tantalio, y comenta sus principales aplicaciones en la actualidad.
- Parte de un material elaborado por el *Departamento de Tecnología del IES Pedro de Valdivia* “**¿Por qué es tan importante el tantalio?**” (2009). Nombra las más importantes propiedades de uso técnico del tantalio y menciona algunas de sus aplicaciones.

Trabajo individual:

Se trata de varias preguntas (recogidas en el Anexo II) relacionadas con la documentación entregada.

Están destinadas a que los alumnos analicen críticamente la problemática presentada, sus ventajas e inconvenientes, los intereses existentes, las partes implicadas y las consecuencias que tiene dicha situación. Se pretende también

que los estudiantes propongan y desarrollen alternativas o soluciones a los problemas presentados.

Trabajo por grupos:

Los grupos estarán formados por 4 o 5 estudiantes, dependiendo del número total de estos.

Se busca el intercambio cercano de información, fomentando la dialéctica y la argumentación. Se pretende enriquecer el punto de vista individual a partir del contraste y el trabajo colaborativo.

Estas preguntas (Anexo II) están más orientadas al contraste de opiniones y a la búsqueda de unas conclusiones colectivas.

Coloquio - debate:

Se realizará entre toda la clase, distribuyendo las mesas en forma de U para favorecer la comunicación.

Se tratarán asuntos relacionados con las preguntas contestadas en los apartados anteriores, aunque con actitud abierta si aparecen otros temas derivados de estos y que interesan al alumnado.

El docente hará de moderador. La idea es que intervenga lo menos posible expresando argumentos, aunque sí podrá formular planteamientos o preguntas polémicas destinadas a fomentar la participación del alumnado.

Algunas ideas interesantes que vayan surgiendo serán apuntadas en la pizarra.

SESIÓN 2

Presentación:

Se realizará una breve recapitulación del ejercicio realizado en la sesión anterior y se expondrán las partes del ejercicio de esta segunda sesión y el tiempo que se va a dedicar a cada una de ellas. Se recordarán también brevemente los objetivos y criterios de evaluación.

Estudio de la documentación:

Esta parte de la documentación está más orientada a la presentación de algunas alternativas y posibles soluciones existentes en la actualidad.

La documentación entregada en esta segunda sesión será la siguiente:

- Artículo de la web informativa *eldiario.es* “**El teléfono libre de sangre y con trabajo digno**” (2014). Trata sobre una empresa que ha fabricado un teléfono móvil tratando de tener en cuenta un trato justo a los trabajadores durante todas las fases de su producción, así como el respeto al medio ambiente.
- Parte del artículo informativo de la web *carrodecombate.com* “**¿Es realmente el “Fairphone” el primer teléfono ético?**” (2013). Amplía información sobre algunos aspectos no tratados en el artículo anterior.
- Publicación de la web sobre tecnología *thoughts.com.es* “**Grafeno, el material del futuro**” (2012). Presenta un material en fase de desarrollo que podría sustituir al coltán y que solucionaría, en principio, varios de los problemas que este genera.

Trabajo individual:

En este caso las preguntas están orientadas al análisis y valoración de una serie de soluciones o alternativas ya en vigor en la actualidad. Se pretende que los alumnos expresen su opinión al respecto, identifiquen los posibles problemas que estas alternativas pueden presentar y propongan mejoras.

Trabajo por grupos:

En este apartado, además del contraste de opiniones y generación de una serie de conclusiones, se plantean algunas cuestiones nuevas para que los estudiantes las discutan, analicen y respondan entre todos.

Se pregunta también sobre dos conceptos de los cuales solo uno de ellos aparece en la documentación, y solo mencionado (obsolescencia programada y obsolescencia percibida), para comprobar los conocimientos previos del alumnado y generar curiosidad.

Coloquio - debate:

Tanto el estudio de la documentación como el trabajo individual tienen menos peso en esta segunda sesión. Se dedicará por el contrario más tiempo y carga de trabajo al trabajo grupal y al debate.

Por lo demás el debate tendrá las mismas características esenciales que el de la primera sesión.

Se intentará llegar a una serie de conclusiones finales o a definir al menos las principales posiciones existentes entre los estudiantes.

TAREAS EXTRAESCOLARES

Para fomentar la búsqueda de información por cuenta propia se prevé pedir la realización de dos pequeñas actividades extraescolares:

- Encontrar y definir brevemente alguna otra problemática social o medioambiental relacionada con el mundo de la electrónica.
- Buscar algo más de información sobre la obsolescencia programada y percibida. Definir ambas y mencionar sus causas y consecuencias.

Se propone también crear un foro en el que se puedan continuar este y otros debates realizados en clase y premiar la participación en él.

6.3. Temporalización

He pedido a dos conocidos míos que realizaran esta actividad, tanto para medir su viabilidad y opiniones, como para calcular los tiempos que se precisan para realizar las diferentes partes. Los sujetos que han realizado la actividad son hombre y mujer, de 27 y 28 años respectivamente (no se ha podido realizar con estudiantes de la etapa formativa de secundaria).

Para la temporalización de las diferentes actividades me he basado en estos tiempos, aunque añadiendo amplios márgenes debido a la menor edad de los estudiantes objetivo y a los tiempos perdidos en la organización y el control del alumnado.

La actividad está dividida en 2 sesiones de 2 horas cada una. Los tiempos que se planea dedicar a cada apartado son los siguientes:

- Sesión 1:
 - Presentación – 10/15 minutos
 - Estudio de la documentación – 20/30 minutos.
 - Trabajo individual – 30 minutos.
 - Trabajo grupal – 20 minutos
 - Debate – 30 minutos.

- Sesión 2:
 - Presentación – 5/10 minutos
 - Estudio de la documentación – 10/15 minutos.
 - Trabajo individual – 20 minutos.
 - Trabajo grupal – 40 minutos.
 - Debate – 40 minutos.

Si sobra algo de tiempo se realizará la valoración del éxito de la propuesta justo al finalizar la segunda sesión (esto sería lo ideal), pero si no esta se realizará al comienzo de la siguiente clase.

6.4. Herramientas y criterios de evaluación

Los criterios generales de evaluación del ejercicio, así como su importancia dentro del bloque se explicarán a los estudiantes durante la presentación de la actividad.

Los objetivos principales del ejercicio no están ligados a la calificación (como ya hemos visto), sin embargo se hará un esfuerzo por evaluar este de la mejor manera posible y el resultado contará para la nota final del bloque.

Considero que este ejercicio es similar a un pequeño proyecto, y como tal representará un **30 %** de la nota final del bloque de *Electrónica*.

Trabajo individual:

Constituirá un **30%** de la nota del ejercicio.

La calificación estará basada en el criterio del profesor al corregir los ejercicios. Se valorará la implicación, el esfuerzo, la profundización, la comprensión, la coherencia, la interconexión entre distintas variables o informaciones, la creatividad, etc.

Trabajo por grupos:

Representará otro **30%** de la nota.

El 50% de este apartado será calificado por el profesor a posteriori y la nota será común a todo el grupo. Los aspectos que se tendrán en cuenta para esta parte serán similares a los del apartado individual.

La otra mitad de la nota de este apartado se definirá mediante una evaluación que se pedirá a los estudiantes del trabajo realizado por cada uno de sus compañeros de grupo. Los estudiantes rellenarán la evaluación en sus casas y la enviarán por email, para garantizar una valoración no coaccionada. La nota de un estudiante resultará de las medias de las puntuaciones que le hayan otorgado sus compañeros de grupo.

El profesor tomará notas durante la realización del ejercicio para contrastar estas evaluaciones. Además, si hay variaciones muy grandes en las notas otorgadas a un estudiante por los diferentes miembros del grupo o existen otras irregularidades el profesor hablará con las partes. El docente avisará de todo esto al pedir a los alumnos que realicen la evaluación de sus compañeros.

Esta evaluación tendrá que ser justificada por escrito (mencionando los aspectos a destacar) y se basará en una tabla con varios elementos a calificar que el docente entregará a los alumnos. Esta tabla se encuentra incluida en el **Anexo II** de esta memoria.

Coloquio - debate:

Constituirá también un **30%** de la nota de la actividad. Al igual que el apartado anterior la evaluación de esta sección tendrá dos partes.

La mitad de la nota se otorgará en relación a las notas tomadas por el profesor durante la realización de la actividad. Para facilitar la toma de notas y el criterio unificado del docente este basará sus anotaciones en una rúbrica que está incluida en el **Anexo II**. La rúbrica ha sido diseñada específicamente para

facilitar la toma rápida de notas por parte del docente en referencia a diferentes aspectos.

La otra mitad de la nota se la asignará el propio alumno mediante una autoevaluación justificada y basada en una tabla similar a la del apartado grupal, que se incluye también en el **Anexo II**. Si existen grandes contrastes entre estas notas y las apreciaciones del docente este hablará con el estudiante en cuestión. Esto será avisado por el docente antes de la realización de la autoevaluación.

Tarea extraescolar:

Su valor será el **10%** de la nota restante.

La nota la pondrá el docente y se valorará principalmente el esfuerzo en la búsqueda de la información, la profundización en el análisis y la comprensión y manejo de las diferentes informaciones.

Foro de debate:

La participación en el foro (cantidad y calidad de las aportaciones) servirá para **subir nota**. Pudiéndose obtener hasta un 0,5 más en la nota final de este y otros bloques de contenidos.

Resumen:

La siguiente tabla sirve de resumen aclaratorio de lo explicado en los apartados anteriores, ya que hay varias partes y herramientas y puede resultar un poco confuso.

Actividad – 30% de la nota del bloque de <i>Electrónica</i>				
Apartados	Valor	Calificado por	Valor parcial	Herramientas
Trabajo individual	30%	Docente	100%	
Trabajo grupal	30%	Docente	50%	
		Compañeros del grupo	50%	Tabla de evaluación de los compañeros (Anexo II)
Debate	30%	Docente	50%	
		Estudiante	50%	Tabla de autoevaluación (Anexo II)
Tarea extraescolar	10%	Docente	100%	Rúbrica para uso del docente (Anexo II)

6.5. Herramientas de valoración del éxito de la propuesta

Las herramientas que se utilizarán para valorar el éxito de la actividad de cara a conseguir una mejora continua serán similares a las utilizadas en el ejercicio realizado durante el *Prácticum II*.

La valoración de la actividad se efectuará desde varios puntos de vista diferentes:

- **Percepciones del propio docente:** El docente irá continuamente tomando el pulso a la actividad que se está realizando. Tendrá una actitud abierta y flexible en caso de que considere necesario reconducir o modificar el curso de la actividad durante su realización. Tomará también notas que puedan ayudarle a reflexionar a posteriori con objeto de mejorar la actividad de cara al futuro (para esta y otras actividades similares).

Otro elemento que le ayudará a reflexionar serán los ejercicios realizados por el alumnado (durante su evaluación).

- **Impresiones del alumnado:** Para recoger las sensaciones y sugerencias de los estudiantes se usarán dos estrategias:
 - Valoración escrita anónima: Que les permita expresar sus opiniones con libertad.
 - Pequeño coloquio de valoración: Al realizarse en común y de forma hablada y más informal pueden surgir ideas diferentes y además apreciarse las sensaciones generales.
- **Opinión de expertos:** Se consultará la opinión de otros docentes más experimentados. Si es posible que hayan asistido a la realización de la actividad o de parte de ella. Si esto no es posible se consultará su parecer en base a la documentación, los ejercicios realizados por los alumnos y nuestras impresiones personales.

6.6. Proposición de algunas temáticas alternativas para la etapa formativa de E.S.O.

Como he mencionado con anterioridad esta clase de actividad se realizaría solo para algunas unidades didácticas, con el fin de no abusar de ella y porque probablemente no sea apta para todas. Yo propongo realizarla un máximo de dos veces por curso lectivo.

Aquí propongo algunas otras ideas de otras problemáticas en torno a las cuales pueden desarrollarse ejercicios de este tipo relacionados con otros bloques de contenidos correspondientes a la ESO:

- Bloque *La energía y sus transformaciones*:
 - Desarrollo sostenible.
 - Competencia por los recursos.
 - Calentamiento global.
- Bloque *Internet*:
 - Información personal.
 - Cambio en las relaciones sociales.
 - Exceso de información y dificultad para verificarla.

- Bloque *Tecnologías de la comunicación*:
 - Medios de comunicación masivos
- Bloque Electrónica:
 - Desechos electrónicos.
 - Obsolescencia programada.
- Bloque *Tecnología y sociedad*:
 - Sociedad de consumo.
 - Destrucción del medio ambiente.
 - Globalización.
 - Polarización de la riqueza y calidad de vida.

Estos son solo algunos temas que se me han ocurrido a modo de ejemplo. Las posibilidades van tan lejos como la imaginación del docente.

7. Conclusiones

Este trabajo es el resultado de la combinación de dos deseos fundamentalmente:

- Por un lado el anhelo de motivar al alumnado mediante una metodología activa y conectando los temas tratados con realidades y problemáticas actuales.
- Por otro la pretensión de que los estudiantes desarrollen una actitud crítica hacia aspectos relacionados con la tecnología, y después por extensión hacia el mundo en el que viven. Esto se promueve desde las temáticas tratadas en los ejercicios.

Está además marcado por las ganas de contribuir a generar una educación más centrada en el alumnado y en el desarrollo de competencias, y menos en los meros contenidos curriculares.

Lo que yo planteo en este trabajo es tan solo un modelo de actividad, no muy extensa y pensada para que sea aplicada solo a algunas unidades didácticas del curso en el que se aplique. Por ello debería ir acompañada de otras estrategias orientadas en la misma dirección si se espera la consecución de estos objetivos.

Tanto en relación con las metodologías activas como con la educación ambiental y socio-crítica existen centros que ya trabajan con propuestas mucho más generales y ambiciosas que las planteadas en este trabajo.

Los ejercicios que propongo para conseguir mis metas tienen como base una variante del Método del Caso, adaptado a mis necesidades e intereses.

Son casos cortos (una o dos sesiones), que giran en torno a la herramienta de los coloquios-debate y que se realizarán como introducción o conclusión de un bloque didáctico (dependiendo de lo que se considere conveniente y de los conocimientos técnicos que sean necesarios).

Estos casos tratarán de acercar al alumnado conflictos sociales y medio ambientales actuales y relacionados con el bloque didáctico en cuestión.

Metodologías como esta han sido ampliamente utilizadas en ambientes universitarios, sin embargo se han usado poco o nada en esta especialidad (tecnologías) y en la etapa formativa de secundaria.

Ninguno de mis compañeros de especialidad del máster había oído hablar de esta metodología, lo que indica que es una metodología todavía poco utilizada.

Sin embargo yo considero que su introducción resultaría muy enriquecedora para el alumnado a muchos niveles (como ya he mencionado).

El grado de implicación del alumnado durante la puesta en práctica que realicé en el ciclo de FP superior de *Paisajismo y Medio Rural* fue muy bueno, así como el grado de satisfacción con la actividad que me manifestaron los estudiantes después de su realización. Los docentes que acudieron se mostraron también sorprendidos por la acogida que el ejercicio había tenido entre el alumnado.

Todo ello fortaleció mi sensación de que se trataba de una idea interesante y digna de ser puesta en práctica. Coincide además con otros estudios sobre el grado de satisfacción que esta metodología genera en el alumnado, como el realizado por Gil e Ibáñez.

En el caso de la actividad referente al coltán, esta ha sido realizada tan solo por dos conocidos míos (cuya edad no coincide con el grupo objetivo). Sin embargo a los dos les resultó muy interesante, y a mí me lo parece también. Creo que al alumnado de 4º de ESO le resultaría interesante también, ya que probablemente no hayan oído hablar de esta problemática con anterioridad.

La primera actividad no estaba destinada a ser evaluada y por lo tanto no he definido las herramientas que hubiera utilizado para ello. Por el contrario en el segundo ejemplo he querido precisar cómo se podría evaluar de forma pormenorizada (si así se desea) un ejercicio de estas características.

Aquellos docentes que desestiman la posibilidad de realizar actividades como estas durante esta etapa formativa no están exentos de razones para hacerlo. La principal dificultad que yo veo es que exigen más esfuerzo e implicación por parte del profesorado (preparación de materiales, control del alumnado, evaluación, etc.). Otro inconveniente podría ser también los problemas de organización debido al alto número de alumnos en las aulas de secundaria.

Sin embargo yo considero que vale la pena el esfuerzo, ya que pienso que las ventajas educativas y de crecimiento personal para el alumnado son enormes (como ya he mencionado).

Se trata también de actividades inclusivas. Al acoger y trabajar con el conjunto de la clase, no solo en el mismo aula sino también en la misma actividad, favorecen la confianza y el sentimiento de pertenencia al grupo sin marcar un límite concreto para ningún alumno.

Entiendo además que la docencia es una profesión fundamentalmente vocacional. Siendo así son también grandes las recompensas para el profesorado al trabajar con un grupo más motivado y al sentir que se está contribuyendo de forma efectiva al desarrollo personal del alumnado.

8. Referencias bibliográficas

Acerca de la metodología:

DE MIGUEL, M. (2005). *“Modalidades de Enseñanza centradas en el desarrollo de competencias”*. Orientaciones para promover el cambio metodológico en el Espacio Europeo de Educación Superior. Universidad de Oviedo.

GIL, P. y IBAÑEZ, A. (2013). *Percepción de utilidad y grado de satisfacción del alumnado de formación del profesorado con el Método del Caso*. Universidad del País Vasco.

Grupo L.A.C.E. (2012). *Los estudios de caso*. Red Universitaria de Investigación e Innovación Educativa. Universidad de Cadiz.

LACOSTA, I., SÁNCHEZ, M^a D. y FERNÁNDEZ, R. (2008). *Diseño de un caso para el estudio de las disoluciones en secundaria obligatoria*. Universidad de Zaragoza.

LEMKE, J. L. (2006). *“Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir”*. Enseñanza de las Ciencias. University of Michigan.

SANCHEZ, G. (2007). *El debate académico en el aula como herramienta didáctica y evaluativa*. Universidad Pontificia Comillas de Madrid.

UPM. (2008). *“El Método del Caso”*. Guías rápidas sobre nuevas metodologías. Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid.

Acerca del pensamiento crítico y la educación ambiental:

ALVARADO, L. y GARCÍA, M. (2008). *Características más relevantes del paradigma socio-crítico: Su aplicación en investigaciones de educación ambiental y de enseñanza de las ciencias realizadas en el Doctorado de Educación del Instituto Pedagógico de Caracas*. Instituto Pedagógico de Miranda e Instituto Pedagógico de Caracas.

Novo, M. (2009). *La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible*. Universidad Nacional de Educación a Distancia.

UNESCO (2005). *Proyecto de Plan de Aplicación Internacional del Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible*.

Acerca de la actividad referente a la contaminación de los acuíferos, en orden de entrega de la documentación:

CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1991) *Síntesis de la Directiva del Consejo 91/676/CEE, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias.*

http://europa.eu/legislation_summaries/agriculture/environment/l28013_es.htm

GARCÍA, D. (2013). *El 47% de los acuíferos catalanes está contaminado.*

http://ccaa.elpais.com/ccaa/2013/11/16/catalunya/1384630726_033077.html

Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local del Gobierno de Navarra (2014) *“Calidad físico química de las aguas subterráneas”. Informe de estado del medio ambiente.*

Tabla de datos recogidos:

www.navarra.es/NR/rdonlyres/1B1197F4-8D5C-47F9-A749-A00ABE5AA69F/0/3tablaaguassubterraneeas2013.xls

Mapa en el que se localiza la situación de los diferentes puntos de toma de muestras:

http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/0CA998EF-E736-4FF6-BA6D-E1229E7302DB/0/NO3_subterranea.jpg

“Fuentes de contaminación de las aguas subterráneas y superficiales” (imagen). Modelos de simulación de la contaminación agrícola y ganadera.

<http://www.miliarium.com/bibliografia/Monografias/ModelosSimulacionAmbienta/ModelosAgricolas.asp>

Acerca de la actividad referente al coltán, en orden de entrega de la documentación:

LUNA, L. (2013). *Coltán, electrónica, explotación y sangre.*

<http://www.proceso.com.mx/?p=352909>

DEL PINO, M. (1014). *Coltán: el mineral de la guerra.*

<http://www.libertaddigital.com/opinion/miguel-del-pino/coltan-el-mineral-de-la-guerra-70814/>

BURGOS, V. (2013). *Coltán, el mineral clave para la fabricación de componentes electrónicos.*

<http://www.mundodigital.net/coltan-o-coltan-el-mineral-de-componentes-electronicos/>

Departamento de Tecnología del IES Pedro de Valdivia. (2009). *¿Por qué es tan importante el tantalio?*

<http://www.petervaldivia.com/sociedad/coltan/>

VILNITZKY, M. (2014). *El teléfono libre de sangre y con trabajo digno.*

http://www.eldiario.es/alternativaseconomicas/telefono-libre-sangre-trabajo-digno_6_259734054.html

VILLADIEGO, L. (2013). *¿Es realmente el “Fairphone” el primer teléfono ético?*

<http://www.carrodecombate.com/2013/06/12/es-realmente-el-fairphone-el-primer-telfono-tico/>

CAÑIZARES, I. (2012). *Grafeno, el material del futuro.*

<http://thoughts.com.es/grafeno-el-material-del-futuro/>

Anexo I.

Documentación utilizada durante el ejercicio “El problema de la contaminación de las aguas subterráneas debido a los nitratos de origen agrícola”

Síntesis de la legislación europea referente a nitratos agrícolas:

Directiva [91/676/CEE](#) del Consejo de 12 de diciembre de 1991 relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura

SÍNTESIS:

La Directiva 91/676/CEE (denominada en lo sucesivo «Directiva sobre nitratos») tiene por objeto proteger la calidad del agua en Europa evitando que los nitratos de origen agrario contaminen las aguas subterráneas y superficiales, y promoviendo la aplicación de buenas prácticas agrarias.

La Directiva sobre nitratos forma parte integrante de la [Directiva marco sobre el agua](#) y es uno de los instrumentos clave en la protección de las aguas contra las presiones agrícolas.

La aplicación de la directiva se realiza en varias etapas. Los Estados miembros deben:

- Identificar las aguas superficiales y subterráneas afectadas por la contaminación o vulnerables a la contaminación, basándose en un procedimiento y en los criterios indicados en la directiva (sobre todo cuando la concentración de nitratos en las aguas subterráneas o superficiales supera los 50 mg/l o cuando las aguas superficiales son eutróficas o pueden eutrofizarse);
- Designar las zonas vulnerables que son todas las zonas conocidas en su territorio que alimentan las aguas superficiales y subterráneas afectadas por la contaminación o vulnerables a la contaminación. La Directiva sobre nitratos prevé la posibilidad de que los Estados miembros queden exentos de la obligación de designar zonas vulnerables específicas en caso de que los programas de acción se apliquen en el conjunto de su territorio nacional;
- Establecer códigos de buenas prácticas agrarias, que los agricultores deben poner en práctica de manera voluntaria, y que deben incluir las medidas definidas en el anexo II de la directiva;

- Elaborar programas de acción, que los agricultores que operan en zonas vulnerables están obligados a poner en práctica. Estos programas incluyen obligatoriamente las medidas especificadas en los códigos de buenas prácticas agrarias, así como las medidas adicionales que figuran en el anexo III de la directiva, destinadas a limitar la aplicación de abonos minerales y orgánicos que contienen nitrógeno, así como la aplicación de abonos animales.

La directiva autoriza a los Estados miembros a completar o reforzar los programas de acción para alcanzar los objetivos de la directiva.

Los Estados miembros deben controlar la calidad de las aguas y aplicar para ello métodos de medida de referencia normalizados para las dosificaciones de compuestos nitrogenados.

La Comisión ha formulado recomendaciones dirigidas a los Estados miembros sobre los métodos de supervisión y la información que deben incluir en los informes sobre la aplicación de la presente directiva. Dichos informes deben ser presentados por los Estados miembros a la Comisión cada cuatro años.

Contexto

La contaminación de las aguas por nitratos se ha visto favorecida por el recurso a métodos agrícolas de producción intensiva, que han supuesto un uso creciente de abonos químicos y la concentración de un gran número de cabezas de ganado en pequeñas extensiones de terreno.

La contaminación del agua por nitratos plantea problemas a todos los países europeos. Las fuentes de contaminación por nitratos son difusas (vertidos en varios puntos difíciles de ubicar).

En la década de los 80, se observó un deterioro continuo de la calidad de las aguas debido al desarrollo de las explotaciones de cría intensiva (pollos, cerdos, etc.) en zonas que ya están saturadas, y de cultivos intensivos que recurren a herbicidas químicos y a una cantidad excesiva de abonos.

En la Conferencia Ministerial de Francfort de 1988, se realizó un examen de la legislación sobre protección del agua. Los participantes subrayaron la necesidad de mejorar la legislación, lo que dio lugar a la adopción de la [Directiva sobre aguas residuales urbanas](#) y de esta Directiva sobre nitratos.

David García
16 Nov. 2013
El País

El 47% de los acuíferos catalanes está contaminado

La actividad agraria provoca exceso de nitratos en 20 de 53 masas de agua

16 NOV 2013

“Es un problema de contaminación grave de las aguas subterráneas”, respondía el pasado mes el consejero de Territorio y Sostenibilidad, Santi Vila, a una pregunta parlamentaria del PSC. Vila se refería al emponzoñamiento por nitratos de los acuíferos catalanes que, según la Agencia Catalana del Agua (ACA), con datos del pasado año, afecta a 20 de las 53 masas de agua subterráneas, un 38%. Pero si a este problema se le suman otros contaminantes, como el cloroetileno, el arsénico y el cloruro, las masas que no cumplen los estándares de calidad alcanzan las 25, un 47%.

Los acuíferos que excedieron el pasado año los 50 miligramos por litro de nitratos —límite que la Organización Mundial de la Salud recomienda no superar— se localizan en las principales zonas de producción agraria (Lleida, Cataluña Central, Plana de Vic, cuencas del Manol y Muga, Vallès y Baix Penedès), pero también en el Besòs y Terrassa.

La ACA reconoce que es “la actividad agrícola y las explotaciones ganaderas intensivas, con un especial efecto por exceso de abonos, quien hace que parte de estos se acaben incorporando a las aguas subterráneas”. El 87% de los nitratos que llegan al agua provienen de la actividad agraria. Una gran parte de los excrementos del ganado, sobre todo porcino, se utiliza para el abono de los terrenos agrícolas. En el último lustro el número de cabezas de cerdo ha aumentado en un 20%, hasta casi siete millones.

Desde la organización ecologista Grupo de Defensa del Ter aseguran que el problema no es el número de cerdos, sino la gestión. En los últimos años, denuncian, “se han multiplicado las explotaciones intensivas, que no son como los pequeños ganaderos, que velan por el entorno”.

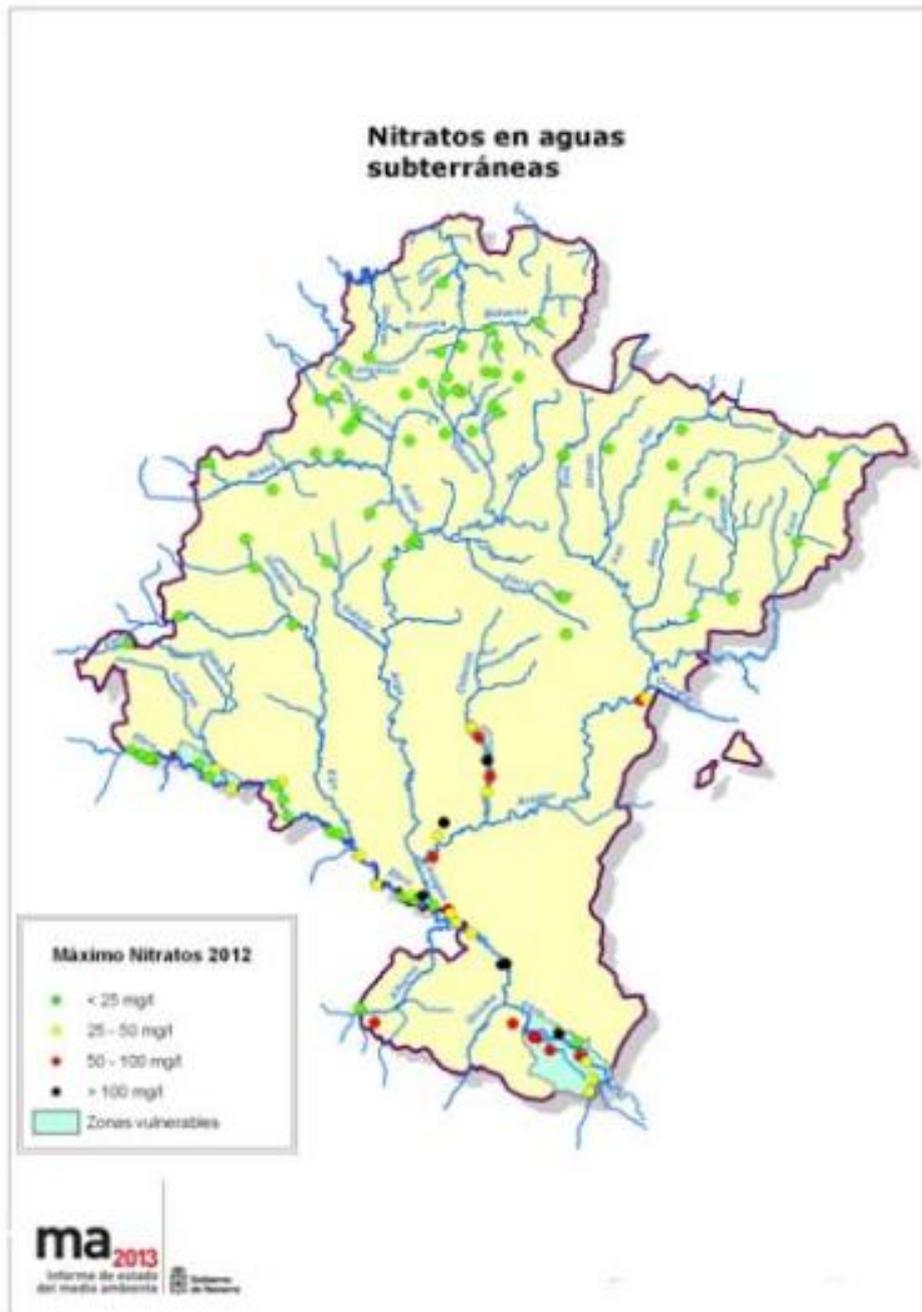
El problema del exceso de nitratos en las masas de agua viene de lejos. Desde 1998 hasta 2009, la Generalitat, a instancias de la Unión Europea, ha declarado 12 “zonas vulnerables”, el 33% de la superficie de Cataluña. Esta designación limita el uso de abonos con nitratos a 170 kilogramos por hectárea. “Los grandes explotadores de cerdos no lo respetan”, afirman desde la organización.

La ACA asegura que la principal consecuencia del exceso de nitratos en el agua “se produce en las captaciones de agua para el abastecimiento público”, ya que el 70% de Cataluña depende de las aguas subterráneas. El problema se agrava en las poblaciones, generalmente del interior, que no disponen de fuentes alternativas, y no pueden consumir el agua corriente durante algunos periodos del año. La agencia gastó en siete años casi 40 millones de euros en “mejora y sustitución de abastecimientos” afectados por el exceso de nitratos.

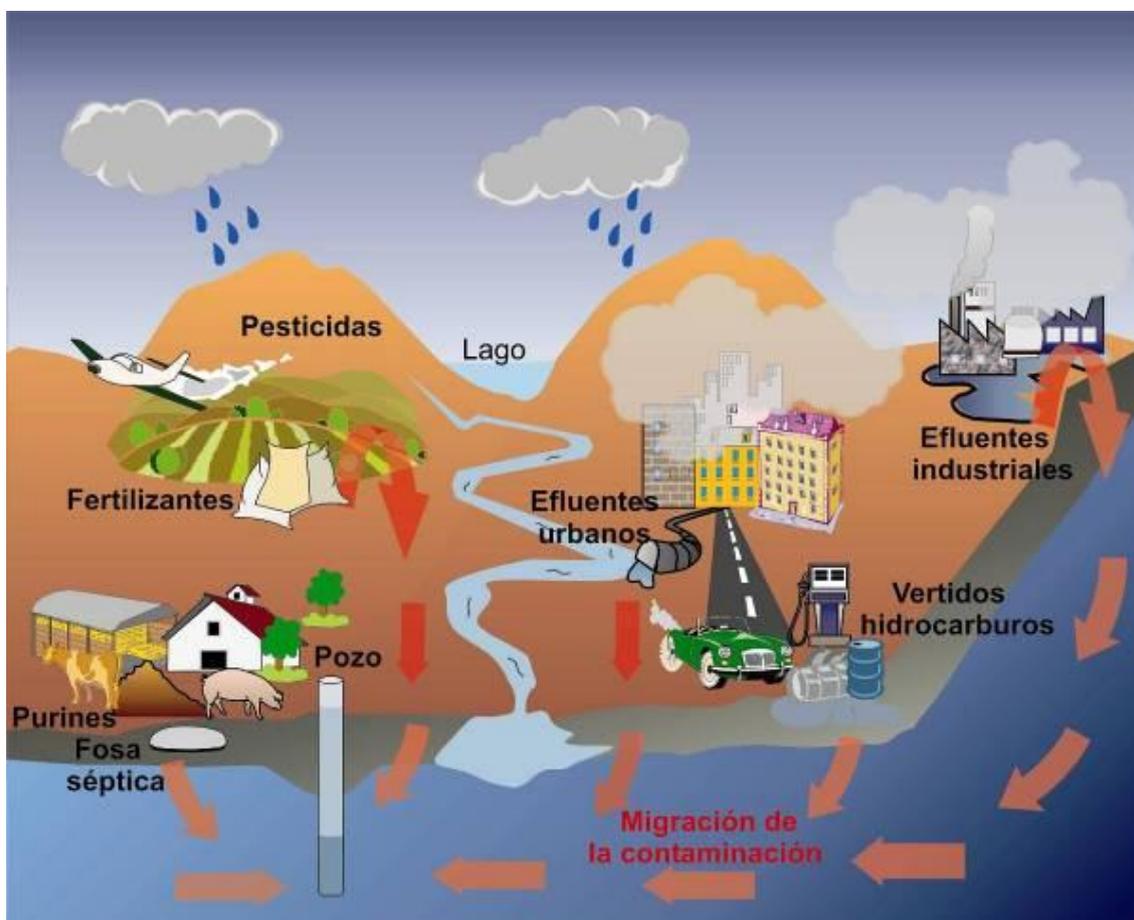
Josep Mas, hidrogeólogo del Instituto Catalán de Investigación del Agua (ICRA), sostiene que la contaminación por nitratos en la tierra “es fácil de limpiar, pero en los acuíferos el contaminante sedimenta y puede estar siglos”. Descontaminarlos costaría “muchos millones”, alerta.

Estado		Número de puntos
	Sin contaminar < 25 mg/l	81
	En riesgo 25 - 50 mg/l	14
	Contaminado 50 - 100 mg/l	8
	Muy contaminado > 100 mg/l	4

Fuente: Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local



Focos de contaminación de las aguas subterráneas.



Preguntas individuales destinadas a que expresen sus opiniones.

Nombre:

Edad:

1. ¿Crees que deben existir normativas que regulen las prácticas agrarias y los productos utilizados? ¿Te parece adecuado que sean normativas europeas o piensas que deberían ser regionales/nacionales?
2. ¿Qué piensas que es más efectivo, las leyes o educación y sensibilización?
3. ¿Crees que es importante la educación y sensibilización? ¿Debería dirigirse a productores o a consumidores?
4. ¿Quién opinas que son los principales responsables y las causas de esta clase de contaminación de las aguas?
5. ¿Qué soluciones podrían tomarse al respecto?

**Preguntas orientativas expuestas en las hojas repartidas
para la evaluación anónima de la actividad.**

VALORACIÓN DE LA EXPERIENCIA

¿Os ha parecido un tipo de ejercicio interesante? ¿Pensáis que esta clase de prácticas servirían para aprender cosas importantes? ¿Y para captar la atención del alumnado? ¿Creéis que es útil para sensibilizar? ¿Cómo se podría mejorar?

Anexo II

Documentación utilizada durante el ejercicio “problemas relacionados con los nuevos dispositivos electrónicos: El coltán”

Lucía Luna
16 de septiembre de 2013
Revista Proceso

Coltán, electrónica, explotación y sangre



El coltán es un mineral óxido que toma su nombre de la contracción de otros dos minerales que lo integran: la columbita y la tantalita. No es un mineral en sí mismo ni tampoco una aleación. Es una solución sólida y cristalina, de color azulado, que se forma por la fusión de óxido de niobio, hierro y manganeso, por un lado; y óxido de tantalio, hierro y manganeso por otro.

Esta combinación natural desarrolla propiedades únicas: superconductividad, carácter ultrarrefractario que soporta temperaturas muy elevadas, alta resistencia a la corrosión y otras alteraciones propias de los minerales, y una singular capacidad de almacenar temporalmente cargas eléctricas y liberarlas cuando es necesario.

Sobra decir que esta providencial fusión se ha convertido en un elemento fundamental y codiciado para el desarrollo de nuevas tecnologías. Presente sobre todo en condensadores, su uso se extiende por la telefonía móvil, la fabricación de computadoras, la elaboración de videojuegos y todo tipo de

nuevas aplicaciones; la industria aeroespacial, bélica y atómica; y hasta la medicina (implantes).

Pero este magnífico don de la naturaleza es escaso y todavía no existen suficientes estudios mineralógicos y geoquímicos que permitan conocer su certera ubicación en la tierra. Por lo pronto, Australia, Canadá y Tailandia comparten un 5% de la producción, y Brasil ostenta aproximadamente el 10%. Colombia y Venezuela han anunciado el descubrimiento de algunas reservas en la región amazónica y, antes de morir, Hugo Chávez incluso habló de un potencial de 100 mil millones de dólares del llamado “oro azul”.

La mayor parte de las reservas conocidas, empero, se ubica en el corazón de África y, muy concretamente, en la República Democrática del Congo (RDC), que detenta el 80% de la producción mundial. Esta riqueza que, correctamente explotada, podría sacar rápidamente de su proverbial pobreza a los congoleños y a sus vecinos de Uganda y Ruanda, se ha convertido por el contrario en una pesadilla de guerra, explotación laboral y daño ambiental.

La primera gran alerta pública la dio el periodista de El País, Ramón Lobo, en su reportaje titulado “La fiebre del coltán” (02-09-2001), en el que daba cuenta de cómo en la región minera de los Kivus hombres, mujeres y niños en régimen de semiesclavitud excavaban con sus propias manos o con herramientas precarias el mineral, hasta a 300 metros bajo tierra, en jornadas extenuantes, sin medidas de seguridad y con salarios que no alcanzaban un dólar al día.

Para entonces todavía estaba en curso la llamada Segunda Guerra del Congo, que entre 1998 y 2003 costó la vida a alrededor de 5 millones de personas. Luego vinieron reportes especializados de organismos prestigiosos como *International Alert* y *The Pole Institute*. Finalmente el problema llegó hasta el Consejo de Seguridad de Naciones Unidas.

En 2002 la ONU documentó la conexión directa entre la guerra y la región de los Kivus. En un informe demoledor, exhibió la intrincada red de intereses creados para saquear la zona, y repartió por igual la responsabilidad entre unas autoridades congoleñas corruptas y ávidas de dólares; los gobiernos de Ruanda y Uganda que “exportaban” el material sin aranceles ni permisos; y 114 empresas multinacionales –alemanas, belgas, británicas, chinas, estadounidenses, francesas, etc. – que resultaban las beneficiarias últimas de esta cadena de expoliación ilegal.

Seis años después del primer reportaje publicado por El País, otro de sus periodistas, Pere Rusiñol, viajó a Goma, la capital de la RDC, e informó que la guerra había vuelto a la zona de los Kivus y las causas parecían ser las mismas. Las únicas diferencias que observó eran que Uganda y Ruanda habían retirado sus tropas – “la lucha es ahora entre señores de la guerra y el ejército regular”, escribió – y que la trama de sociedades intermediarias para abastecer a los mercados de Occidente y China se había vuelto más sofisticada.

“El Estado no controla las minas. La mayoría son gestionadas por milicias apoyadas por empresarios bien conectados en Ruanda”, le dijo el diputado federal opositor Thomas Luhaka. Empresarios rivales y grupos armados en pugna se apropian de licencias expedidas por autoridades de todos los niveles de gobierno –obtenidas casi siempre mediante amenazas y corruptelas– y luego las esgrimen para exigir sus derechos. El problema es que siempre hay varios con derechos sobre el mismo lugar.

Rusiñol pudo constatar que el saqueo generalizado continuaba: el mineral seguía siendo extraído de manera abusiva e ilegal y cruzaba de inmediato la frontera sin permisos ni pagos. “El material robado primero llega a Ruanda. Después da un largo paseo para borrar las huellas de sociedades con nombres diferentes que nacen y mueren a velocidad pasmosa. Y finalmente llega a los países occidentales y a China”, reportó.

Pero también en la capital congoleña todos saben dónde y quiénes compran y venden no sólo coltán, sino otros minerales como la casiterita y la wolframita (de la cual se obtiene tungsteno), y por supuesto también oro y diamantes. Propiedades amuralladas y con cercas electrificadas muestran un movimiento febril de automóviles de lujo y vehículos todoterreno, mientras guardias armados impiden el paso a cualquier intruso. Ninguna exhibe un nombre comercial. Tras el informe de la ONU desaparecieron todos los rótulos.

Los años van pasando y todo sigue igual, con el agravante de que estudios recientes han relacionado la explotación artesanal del coltán con graves daños a la salud de los trabajadores, ya de sí sobreexplotados, debido a la presencia en las minas de elementos asociados como el uranio, el torio o el radio, que requieren ser sorteados para su extracción o inclusive están presentes en la estructura cristalina de la columbita y la tantalita.

También se han documentado gravísimas repercusiones en los mantos freáticos, en las tierras de cultivo y en un sinnúmero de especies protegidas de la fauna local, como los gorilas y los elefantes. Pese a ello, los estudios científicos sobre el coltán –nombre que la ciencia ni siquiera reconoce como tal– son mínimos, pese a que podrían constituir una herramienta útil para ayudar a identificar los yacimientos geológicos de procedencia y, por lo tanto, su tráfico ilegal.

“Nadie, ni aquí ni en el extranjero, tiene voluntad real para acabar con esto. Todos sabemos lo que pasa, pero la guerra, el saqueo y la miseria siguen”, se quejan activistas locales de derechos humanos que sistemáticamente se niegan a dar su nombre, porque en la región de los Kivus denunciar y ser identificado equivale a una sentencia de muerte.

Denominados por los medios como “minerales de sangre” –como en su momento se hizo con los diamantes– el coltán, la casiterita y la wolframita no sólo han estado presentes en textos periodísticos e informes de la ONU, sino también en las redes sociales, donde activistas principalmente de Europa y Estados Unidos recuerdan a los usuarios que sus celulares, computadoras,

tabletas y demás implementos electrónicos son literalmente producto del sudor y la sangre.

Sometidos crecientemente a la presión social, tanto las autoridades congoleñas como algunos actores internacionales han intentado en últimas fechas mejorar de algún modo la situación, aunque con “escasos y discutibles resultados”, según asentó el último informe de la ONU. Entre mediados de 2010 y 2011, por ejemplo, el gobierno congoleño prohibió la minería en los Kivus con el fin de desmilitarizar las minas. Sin embargo, el resultado fue que muchos mineros perdieron su única fuente de ingresos y muchos comercios legales pasaron al mercado negro.

Para complicar aún más la situación de los trabajadores de las minas, el uso del tantalio en los condensadores electrolíticos ha empezado a descender debido a que muchas de sus características han sido igualadas o superadas por tecnologías más baratas, como los condensadores cerámicos o los sólidos de aluminio. También el estaño que se extrae de la casiterita, empieza a ser más rentable que el tantalio que proviene del coltán.

No obstante, a principios de 2012 una coalición internacional de la industria electrónica, encabezada por empresas como Apple, Hewlet Packard, Philips y Sony, anunció que a partir de abril de ese año dejaría de comprar materiales que no pudieran acreditar que estaban limpios de “minerales de sangre” congoleños. Según reveló la ONU, los intermediarios se apresuraron a sacar su reservas de la RDC, antes de la fecha límite.

La tendencia continuó y, a fines del año pasado, las autoridades bursátiles de Estados Unidos aprobaron dentro de la ley financiera Dodd-Frank una norma que exige a las compañías estadounidenses informar sobre el uso de materiales como el tántalo, el estaño, el oro y el tungsteno provenientes de las minas de la RDC y sus países vecinos.

Las empresas deberán informar en sus páginas web y a la Comisión de Valores si la fabricación de sus productos incluye el uso de los llamados “minerales de sangre o de guerra”. El primer informe deberá ser presentado en mayo de 2014 y cubrirá todos los movimientos del ejercicio fiscal de 2013.

Su aplicación empero no será fácil. Según el grupo Ars Technica, por ejemplo, el ente estadounidense de regulación bursátil carece de autoridad para sancionar a las empresas que adquieran materiales procedentes de zonas de guerra. Los lobbies del ramo que se opusieron desde el principio a esta normativa siguen presionando, y la Cámara de Comercio de Estados Unidos amenazó con presentar una demanda, porque el costo de controlar toda la cadena de suministros resulta demasiado alto para las empresas.

Microsoft, Motorola y General Motors se desmarcaron de esta demanda y buscarán autorregularse como otras compañías electrónicas ya antes mencionadas. No se sabe que postura tomará Nintendo, calificada por el

Enough Project como la “peor de todas” en materia de adquisición de partes electrónicas de procedencia dudosa.

Mientras, en medio de un precario proceso de pacificación, en la República Democrática del Congo siguen los enfrentamientos. Apenas el pasado 22 de agosto el ejército gubernamental lanzó una ofensiva contra el rebelde grupo M23 para recuperar el control de la zona minera de Kivu del Norte. Como siempre, los trabajadores de las minas y la población civil quedaron atrapados en el fuego cruzado.

Miguel del Pino
23-02-2014
Libertad Digital

Coltán: el mineral de la guerra

Las guerras del coltán

Los ingentes beneficios de la explotación del coltán provocan algunas de las numerosas guerras fronterizas que son tan frecuentes en el continente africano y que por lo general pasan inadvertidas en Europa. Más de sesenta simultáneas se han llegado a contabilizar mientras algunas organizaciones pacifistas de los países desarrollados ni siquiera parecían enterarse. Los misioneros sí conocen bien la magnitud del desastre.

Estos conflictos suelen provocar grandes desplazamientos de población, con las consiguientes consecuencias: hambrunas, enfermedades y violencia. Realmente sale muy caro el mineral, esa "escoria negruzca", recurso estratégico de las nuevas tecnologías.

El abandono de las tierras de cultivo para concentrarse la población en la minería de coltán acarrea desastrosas consecuencias ecológicas y económicas.

En algunas zonas llega a faltar el abastecimiento de productos básicos, mientras en otras, la invasión de tierras vírgenes provoca grandes daños para la fauna salvaje. Estos verdaderos santuarios de la humanidad pierden sus posibilidades de desarrollarse por la vía del turismo, como ha demostrado brillantemente el ejemplo de Kenya.

Los refugiados, sin hogar ni tierras, son otra de las consecuencias de estos grandes desplazamientos poblacionales. La acción constante de las guerrillas sobre la población indefensa es habitual, y poco o nada pueden hacer las fuerzas de pacificación internacionales. El coltán, que debería ser una bendición para la República del Congo, dista mucho en la realidad de ello.

Los otros masacrados

El santuario de los gorilas de montaña de los volcanes Virunga se encuentra en tierras fronterizas afectadas plenamente por la "guerra del coltán", y suele ser invadido periódicamente por las guerrillas que avanzan o retroceden en función de los avatares de las contiendas. Los científicos se ven obligados a escapar a toda prisa, y cuando pueden volver suelen encontrar diezmadas a las familias de gorilas que estaban estudiando.

La población de gorilas de montaña se ha reducido en un 90% en las zonas afectadas por la actuación de las guerrillas, la de elefantes lo ha hecho en un

80%. Una verdadera destrucción masiva que acabará a corto plazo con la gran fauna centroafricana.

La sociedad del despilfarro

Mientras todo esto sucede en el corazón de África, en el mundo desarrollado parece que no se tiene en cuenta algo tan fundamental como esto: muchos de los ingenios de nuevas tecnologías se basan en recursos muy escasos como el coltán y otros minerales y elementos raros. ¿Hasta dónde puede consumirlos la sociedad del despilfarro?

¿Podemos abandonar o tirar tranquilamente un móvil u otro aparato similar, sin pensar en la necesidad imperiosa de reciclarlo?

Quienes reciclan sus teléfonos, sus ordenadores, sus televisores o sus electrodomésticos en general, son ciudadanos especialmente motivados, sin duda ejemplares, pero lo que hoy es un hábito saludable y solidario será muy pronto una necesidad inexcusable.

De seguir el consumo al ritmo actual no habrá suficiente coltán, ni litio, ni bastantes "tierras raras" para atender la demanda de nuevas tecnologías, y algunos tendrían muy difícil a estas alturas prescindir de ellas. ¿Se imaginan carecer de móviles y tener que ir a la centralita para poner una conferencia?

En tiempos de la explosión ecologista de los años ochenta no cabe duda de que se plantearon numerosas fórmulas de imposible cumplimiento, pero recordemos aquella "regla de las tres erres" que se formulaba como principio fundamental: reduce, recupera, recicla. Lejos de haber perdido actualidad, por el contrario la contemplamos hoy como norma inexcusable de conducta ciudadana.

Vicente Burgos
2013
Mundo Digital

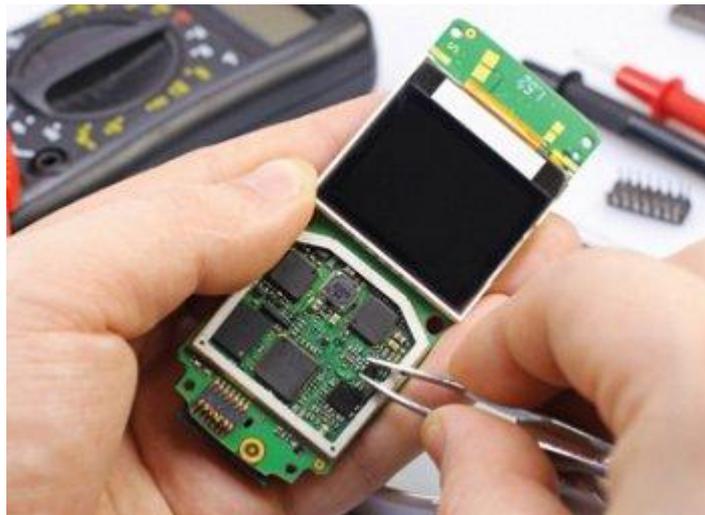
Coltán, el mineral clave para la fabricación de componentes electrónicos

Introducción

Es muy probable que la mayoría hayáis oído hablar del **coltán**. Se trata de un mineral que se utiliza para fabricar componentes claves de los móviles, smartphones y dispositivos electrónicos portátiles cada vez más potentes y sofisticados.

Periódicamente se le menciona en los medios como responsable indirecto (en parte) de la atroz guerra crónica que sufre la

República Democrática del Congo (donde se hallan las mayores reservas mundiales de coltán). Actualmente se encuentra en estudio su extracción en la comunidad autónoma de Galicia por una empresa canadiense.



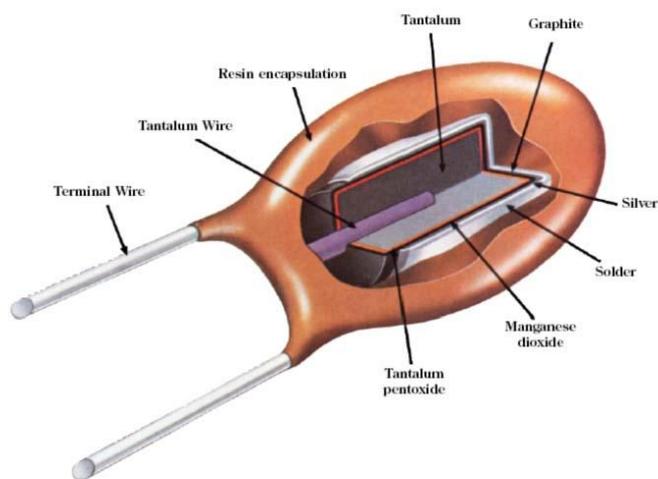
El coltán o coltán es una mezcla de los minerales columbita (una mena de columbio o niobio) y tantalita (una mena de Tantalio). El coltán es de color gris metálico oscuro. Sabemos, por tanto, para qué se usa. Sabemos de dónde se extrae. Pero en general, cuando se habla de este mineral, a la mayoría se le olvida decir lo que es. La palabra coltán es una abreviatura de columbita-tantalita.

Aplicación

Se trata de un recurso estratégico imprescindible en la fabricación de componentes electrónicos avanzados. El tántalo se usa principalmente en la elaboración de condensadores. El condensador electrolítico de tántalo es, en la actualidad, un tipo bastante común de condensador presente en gran cantidad de dispositivos electrónicos, como en teléfonos móviles, computadoras, pantallas de plasma, cámaras digitales o equipos de alta tecnología como, por ejemplo, los satélites artificiales. Estos dispositivos son cada vez más pequeños, delgados y fiables gracias, en gran parte, al uso de los

condensadores electrolíticos SMD de tántalo, que han ido sustituyendo a los condensadores electrolíticos tradicionales. Aunque la mayoría de los dispositivos electrónicos pueden funcionar con condensadores electrolíticos normales, los condensadores electrolíticos de tántalo tienen valores de capacidad eléctrica más exactos y, en especial, son mucho más pequeños. Esto los hace ideales para las exigencias actuales de miniaturización de los dispositivos electrónicos. La gran demanda de estos condensadores ha elevado el precio del tántalo. Un condensador de tántalo cuesta más que un condensador electrolítico normal de las mismas características.

Otro campo de aplicación interesante de este metal es el de las comunicaciones ópticas. El niobato de litio (LiNbO_3) se usa en guías de onda, moduladores y conmutadores optoelectrónicos o láseres. Este compuesto es clave para poder elaborar redes de fibra óptica más rápidas y eficientes, y así, entre otras cosas, poder disfrutar de conexiones más rápidas a Internet.



Composición química

La **columbita** está compuesta por óxidos de niobio, hierro y manganeso $[(\text{Fe}, \text{Mn}) \text{Nb}_2\text{O}_6]$, y la **tantalita** está compuesta por óxido de tántalo, hierro y manganeso $[(\text{Fe}, \text{Mn}) \text{Ta}_2\text{O}_6]$ en cualquier proporción. Estos óxidos constituyen una solución sólida en ambos minerales. Son escasos en la naturaleza y dan un claro ejemplo de materiales que han pasado de ser considerados simples curiosidades mineralógicas a cruciales para el avance tecnológico debido a sus nuevas aplicaciones.

La columbita y la tantalita son muy similares, con un aspecto oscuro y vetado. En realidad, podríamos decir que se trata del mismo mineral, con la fórmula $[(\text{Fe}, \text{Mn})(\text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_6]$. Si predomina el niobio frente al tantalio tenemos columbita (más ligera), y si predomina el tantalio (en cuyo caso, siendo estrictos, la fórmula sería $[(\text{Fe}, \text{Mn})(\text{Ta}, \text{Nb})_2\text{O}_6]$) tenemos la tantalita, que es más densa. El coltán es el nombre genérico que recibe la mezcla de ambas.

Tantalio

El interés de la explotación del coltán es fundamentalmente poder extraer el tantalio (símbolo químico Ta). Es un metal de transición muy resistente a la corrosión e inerte, por lo cual es

muy valorado como sustituto del platino en la instrumentación. Sin embargo su 'boom' llegó con la telefonía móvil. Los condensadores electrolíticos de tantalio son totalmente análogos a los más habituales de aluminio, por ejemplo. Sin embargo, con el tantalio podemos conseguir una mayor capacidad con un menor tamaño. Como los condensadores son vitales en cualquier dispositivo electrónico, a la hora de fabricar dispositivos portátiles interesa que dichos condensadores sean tan pequeños como sea posible.

Sin salir de la electrónica, el tantalio se emplea para fabricar resistencias de alta potencia. Se utiliza también en superaleaciones empleadas en las turbinas de los aviones o los reactores nucleares, así como para recubrir prótesis humanas. Se trata, por todo ello, de un metal imprescindible para la tecnología moderna, aunque hasta el despegue de la 'electrónica personal', no se habían necesitado cantidades masivas.



Octubre de 2009

Departamento de Tecnología del IES Pedro de Valdivia

¿Por qué es tan importante el tantalio?

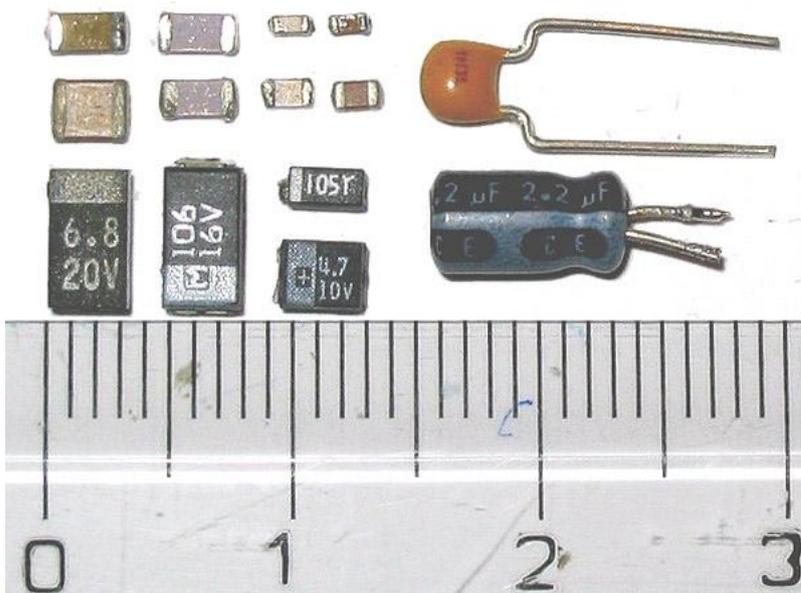
Tres son los atributos físicos que le hace destacar sobre otros metales.

1º Su punto de fusión está sobre los 3000 °C. (Muy importante para dispositivos espaciales).

2º Su resistencia a la corriente es mucho menor que la del oro (Menores pérdidas por calor en los semiconductores con secciones de los cables menores. Chips más pequeños y "fríos").

3º Apenas hay elemento que le ataque químicamente, excepto el ácido clorhídrico.

Hay además una 4º propiedad utilizada en la industria de los componentes electrónicos. El Condensador.



Estos condensadores tiene la función de almacenar cargas eléctricas temporalmente, formar parte de circuitos osciladores, eliminar picos de tensión no deseada, etc.

La capacidad se mide en Faradios y si vemos la imagen de la izquierda observamos que a mas grande más capacidad, pero no siempre ocurre esto, porque el material que se utiliza influye notoriamente.

Si empleamos tántalo como electrodos del condensador, obtenemos grandes capacidades con un volumen muy pequeño. Eureka...

Mariana Vilnitzky
14/05/2014
Eldiario.es

El teléfono libre de sangre y con trabajo digno

Es sabido, y ha salido en una infinidad de reportajes, que el coltán, ese mineral necesario para la fabricación de smartphones y portátiles, proviene de minas en territorios en conflicto, y donde trabajan adultos y niños en condiciones tan peligrosas que se sabe que se entra, pero no siempre que se sale.

Cualquier consumidor pensaría que no se puede hacer otra cosa que comprarlos, a pesar de esto, porque todos los móviles que se producen llevan ese material. Pero eso no es del todo cierto. Sí se puede consumir de otra forma, al menos comprando un móvil de comercio justo. La empresa social Fairphone, de Holanda, viene fabricándolo desde 2013.

“Empezamos en 2010 como un proyecto de la Waag Society, Action Aid y Schrijf-Schrijf que tenía el objetivo de llamar la atención sobre los conflictos por los minerales para la electrónica y las guerras que los rodeaban en la República Democrática del Congo”, explica la compañía. “La campaña y la investigación sobre la obtención del coltán duró tres años”.

En 2013, el proyecto se convirtió en una empresa social para diseñar, crear y producir el primer smartphone de comercio justo. Desde entonces han vendido más de 39.000 teléfonos, y no dan abasto. Para pedir un móvil hay que apuntarse a una larga lista de espera de un año.

La República Democrática del Congo es el país donde existen más reservas de este mineral. La guerra que culminó formalmente en 2003, conocida como la guerra del Coltán, se llevó la vida de 3,8 millones de personas. Pero el conflicto sigue y los grupos armados paramilitares continúan actuando.

“En 2012, Estados Unidos acordó introducir una ley de minerales anti-conflicto. Para más de 6.000 compañías de electrónica, que están en una lista del Mercado de Valores de Estados Unidos, no es posible usar oro, coltán y otros minerales del Congo, sin indicar de qué minas han sido extraídos”, explican. Pero esta ley se ha convertido en un boicot de facto, porque las compañías se van. “Esto resultó en una alta tasa de desempleo en el sector de la minería y un alto grado de tráfico de minerales en los bordes del Congo”. En asociación con organizaciones que trabajan con mineras libres de conflicto, en Fairphone se trabaja desde el mismo Congo.

Pero un teléfono móvil de comercio justo no solo debe estar fabricado con materiales libres de conflicto armado, sino que toda la cadena de producción debe estar basada en el respeto a los derechos humanos de quienes producen. Los Fairphone se construyen en China, como tantos otros electrodomésticos, pero quienes trabajan en el ensamblaje tienen condiciones razonables y un salario digno.

“De hecho, no comenzamos el proyecto porque pensáramos que existía la necesidad de un móvil ético. Se trataba de algo más grande”, agregan. “El primer Fairphone era el producto simbólico que nos llevó por nuestro camino para descubrir qué hay detrás de los materiales y la producción, comprender cómo trabajan y poner los valores sociales primero. Podríamos haber elegido una tostadora o una nevera, pero el teléfono es una buena metáfora de la interconectividad y el complejo mundo de la cadena de suministro. Queremos cambiar la forma en que la gente se relaciona con el producto. Creemos que así buscarán una economía basada en valores diferentes”.

¿Es el Fairphone el primer teléfono de comercio justo? La misma empresa considera que no, porque todavía no han logrado resolver todos los asuntos relacionados con la cadena de producción que quisieran. Pero se han marcado una hoja de ruta para conseguirlo.

Mientras tanto, van produciendo. Los móviles de la lista de espera estarán listos en mayo. Ya es posible anotarse para la segunda edición de aparatos. No es necesario pagar previamente porque cuando salgan a la venta avisarán a quienes aparecen en la lista para que puedan comprarlos. Todavía no han puesto un precio. En la primera serie los móviles costaban 325 euros.

Todavía no dan abasto con la cantidad de pedidos. Esa es, para la compañía, una buena señal. En un futuro, quizá, el éxito de este tipo de productos pueda hacer pensar a las empresas que otro tipo de producción es posible y preferible.

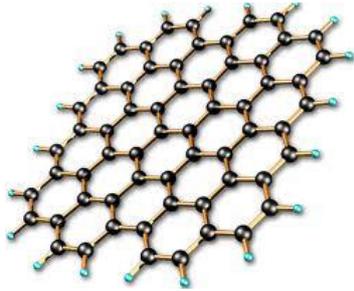
Laura Villadiego
12 junio 2013
Carro de Combate

¿Es realmente el “Fairphone” el primer teléfono ético?

Gestión de residuos y vida del producto: Aquí es donde probablemente se ha dado el paso más importante: ante la tendencia generalizada de crear móviles que tengan que ser renovados continuamente (ya sea por la escasa vida del producto o por el lanzamiento de un nuevo modelo), el Fairphone está diseñado para durar el máximo tiempo posible. Para ello, Fairphone asegura que todas las piezas son reemplazables (lo que han llamado modularidad), no sólo para cambiarlas cuando se rompan o estropeen, también para poder actualizar el dispositivo simplemente renovando las piezas necesarias (y hacer así frente a la *obsolescencia percibida*, o el deseo del consumidor de cambiar de objeto aunque aún sea útil). Se comprometen también a hacerse cargo del dispositivo una vez que su vida útil termine. Además, por cada teléfono vendido, se donarán 3 euros al proyecto Closing the loop para que retire y recicle más de 100.000 móviles y baterías en Ghana, uno de los vertederos electrónicos más importantes del mundo.

iCañizares
18 junio 2012
Thoughts

Grafeno, el material del futuro



Siempre estamos hablando de nueva tecnología, de lo último en telefonía, de portátiles cada vez más finos y potentes, pero la mayoría de nosotros desconoce qué es lo que ha permitido esa miniaturización extrema. Hasta la actualidad dependemos de un material muy controvertido y que ha generado guerras en el tercer mundo: el coltán. Se trata de un mineral de color azulado compuesto de una mezcla de dos minerales, el columbio y el tantalio. Es por su color por lo que también se le denomina Oro Azul. ¿Pero qué es el coltán y por qué es tan importante en los avances obtenidos hasta ahora en tecnología?

Se trata de un superconductor. Uno de los problemas en la miniaturización de componentes electrónicos es el calor generado, sobre todo por la resistencia que ofrece el material al paso de la corriente, y la conductividad (cuanto más pequeño y fino es un cable peor conduce). Los superconductores son unos materiales con una capacidad intrínseca para conducir corriente eléctrica sin resistencia ni pérdida de energía. Gracias al coltán hemos pasado de utilizar "móviles ladrillo" a los actuales smartphone. El coltán forma parte de pantallas planas, cámaras digitales, satélites, sistemas de navegación, etc. Es por ello que existe una guerra en el Congo desde el año 1998 por el control de este recurso, ya que más del 80% de las reservas mundiales se encuentran ahí. Además el coltán es un recurso escaso y su falta nos devolvería a la época de la prehistoria tecnológica (todos los avances conseguidos hasta ahora serían inútiles), es por ello que urgía la búsqueda de materiales alternativos.



En 2010 y de la mano del físico Andre Geim y su ayudante Konstantin Novoselov llegó la solución: el grafeno. El grafeno se conoce desde mediados del siglo pasado pero no ha sido hasta ahora que se ha redescubierto. Andre y Konstantine tuvieron la feliz idea de utilizar una cinta adhesiva para arrancar la primera capa de grafeno de un trozo de grafito (una mina de lápiz de toda la vida). El grafeno tiene un grosor de un solo átomo y es transparente, tanto que podría utilizarse para fabricar paneles LCD flexibles y transparentes también. Es por ello que estos científicos se llevaron el Premio Nobel de Física de ese año. El grafeno se ha seguido estudiando desde entonces y sus características son cada vez más impresionantes: tiene propiedades autoenfriantes, alta conductividad eléctrica y térmica, alta elasticidad y dureza, casi la misma resistencia que el diamante, soporta radiación ionizante, igual de ligero que la fibra de carbono pero más flexible, consume menos energía que el silicio para un mismo trabajo, genera electricidad al ser expuesto a la luz y un sinfín de propiedades que se van descubriendo día a día. La idea de un dispositivo móvil enrollable o de un lector de libros electrónicos del grosor de una hoja de papel se ha hecho realidad. Otro de los avances que nos brindará este material es en el ámbito de las baterías. Gracias al grafeno podremos multiplicar por 10 la capacidad actual de las baterías y reducir el tiempo de carga a sólo unos segundos o incluso la posibilidad de no cargar nunca la batería gracias a las células fotoeléctricas fabricadas con grafeno que tienen una eficiencia del 45% (las actuales sólo llegan al 16%).



Además de todo esto el grafeno es un dechado en cuestiones de sostenibilidad: es abundante, barato y reciclable. El grafeno está formado exclusivamente de carbono, el elemento más abundante en la naturaleza. Eso sí, de momento el grafeno tiene un problema (alguno tendría que tener) y es que, pese a sus

prometedoras aplicaciones, todavía se encuentra en fase de desarrollo. El grafeno se puede obtener a partir de grafito natural (España es abundante en minas de grafito, lo que sería una oportunidad de futuro para convertirnos en productores de grafeno) o de grafito sintético, sin embargo, aún no es posible fabricar grafeno a gran escala. En la actualidad se comercializa de dos maneras: en forma de lámina y en polvo.

El futuro ha llegado a nuestro presente en forma de grafeno y no falta mucho tiempo para que empiece a formar parte de nuestras vidas.

Ejercicios realizados

SESION 1

Parte individual

Nombre:

Razona tus respuestas:

1. ¿Piensas que este tipo de situaciones son inevitables o necesarias?
¿Crees que tienen sus ventajas (avance, calidad de vida para nosotros...)?
2. ¿Qué partes crees que se benefician de esta situación y por qué razones?
3. ¿Cuáles son las partes perjudicadas y de qué manera?
4. ¿Deben existir leyes internacionales que regulen las prácticas de extracción de materias primas y de producción de los bienes que consumimos? ¿Qué problemas piensas que puede haber para que estas sean efectivas?
5. ¿Qué soluciones propondrías para cambiar o mejorar esta situación?
¿Qué acciones sería necesario llevar a cabo para ponerlas en práctica?
¿Qué problemas podrías encontrar?

Parte grupal

Grupo Número:

1. Contrastad y discutir las diferentes respuestas
2. ¿En qué cosas coincidís? ¿Cuáles son los puntos de desacuerdo?
3. Exponed razonadamente las conclusiones a las que habéis llegado. Estas pueden estar basadas tanto en las ideas provenientes del trabajo individual, como en nuevas ideas generadas durante la discusión grupal.

SESIÓN 2

Parte individual

Nombre:

Razona tus respuestas:

1. ¿Qué te parece la idea de la empresa productora del Fairphone? ¿Qué ideas se te ocurren para mejorarla?
2. ¿Crees que sería posible generalizar esta clase de prácticas? ¿Qué problemas podríamos encontrarnos?
3. ¿Piensas que la mejora de la tecnología o el descubrimiento de nuevos materiales acabarán con este tipo de situaciones?

Parte grupal

Grupo Número:

1. Contrastad y discutir las diferentes respuestas
2. Exponed razonadamente las conclusiones a las que habéis llegado. Estas pueden estar basadas tanto en las ideas provenientes del trabajo individual, como en nuevas ideas generadas durante la discusión grupal.
3. ¿Habéis oído hablar de la obsolescencia programada? ¿Y de la percibida? Tratar de explicar de qué se trata y por qué razones se produce.
4. ¿Os parece correcta nuestra forma de consumo? ¿Cuales diríais que son sus beneficios y cuales sus inconvenientes?

Herramientas de evaluación utilizadas

EVALUACIÓN DE LOS COMPAÑEROS DEL GRUPO

Objetivos a alcanzar con el ejercicio	Nivel de consecución				% Nota
	Insuficiente	Suficiente (5-6)	Notable (8-9)	Sobresaliente (9-10)	
Conocer y comprender la documentación leída					33%
Analizar la documentación crítica y complejamente					
Comunicarse adecuadamente					33%
Trabajar en equipo					
Tomar decisiones y resolver problemas					33%
Implicación y esfuerzo					

Comenta los principales aspectos a destacar sobre la participación de tu compañero en el trabajo grupal:

AUTOEVALUACIÓN DEL APARTADO DE DEBATE

Objetivos a alcanzar con el ejercicio	Nivel de consecución				% Nota
	Insuficiente	Suficiente (5-6)	Notable (8-9)	Sobresaliente (9-10)	
Conocer y comprender los conceptos tratados					33%
Realizar análisis críticos y complejos					
Comunicarse con claridad					33%
Respetar a los demás al intervenir y rebatir					
Aportar ideas, reflexiones, soluciones, etc.					33%
Participación e implicación durante el debate					

Comenta los principales aspectos a destacar en relación a tu participación en el debate:

