Parte II – Propostas de ensino

La explotación del Coltán: una cuestión sociocientífica para el desarrollo de competencias

Martha Nury Bonilla Castañeda
Leonardo Fabio Martínez Pérez

SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros

BONILLA CASTAÑEDA, M.N., and MARTÍNEZ PÉREZ, L.F. La explotación del Coltán: una cuestión sociocientífica para el desarrollo de competencias. In: CONRADO, D.M., and NUNES-NETO, N. *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas* [online]. Salvador: EDUFBA, 2018, pp. 363-373. ISBN 978-85-232-2017-4.
<https://doi.org/10.7476/9788523220174.0018>.

All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença [Creative Commons Atribuição 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia [Creative Commons Reconocimiento 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

LA EXPLOTACIÓN DEL COLTÁN

UNA CUESTIÓN SOCIOCIENTÍFICA PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS

Martha Nury Bonilla Castañeda
Leonardo Fabio Martínez Pérez

Introducción

El Coltán es una mezcla de dos minerales: la columbita, que se compone de óxido de niobio, hierro y magnesio, y la tantalita que se compone de óxidos de tantalio, hierro y magnesio. Se caracteriza por ser una roca brillante, color gris oscuro y que se identifica fácilmente en terrenos rocosos y laderas de los ríos. Ha pasado de ser una curiosidad mineralógica a un material clave para la industria tecnológica, ya que es un componente para dispositivos electrónicos móviles, ordenadores, pantallas planas, cámaras digitales y equipos de alta tecnología como los satélites artificiales. Es esencial para la fabricación de condensadores electrolíticos de Tantalio. Esto se debe a que el Tantalio posee dos características de gran importancia: capacidad eléctrica de altísima exactitud y un peso 20 veces menor que el de otros materiales utilizados en la fabricación de capacitadores. (SEGUNDO, 2013)

Por sus propiedades, el Coltán se ubica como un material de vital importancia para el avance tecnológico, especialmente la nanotecnología que produce múltiples dispositivos móviles, convirtiéndose en un elemento de gran importancia para países como Estados Unidos, Alemania, Bélgica, Países bajos y Kazajistán, entre otros, que han iniciado

la extracción indiscriminada del mineral, impactando el medio ambiente, ecosistemas y hábitats. También ha desatado guerras patrocinadas por las multinacionales en países pobres del África y América Latina, territorios que tienen importantes yacimientos de este mineral. Estos conflictos traen como consecuencia pobreza, desigualdad y especialmente un fuerte desastre ambiental y cultural en los países del tercer mundo. (SEGUNDO, 2013) Infortunadamente las situaciones conflictivas de los países poseedores del Coltán son desconocidas por la mayoría de consumidores del material, es decir, ciudadanos que transitan diariamente por el mundo llevando consigo celulares, equipos portátiles, cámaras digitales y otros artefactos que se han convertido en elementos indispensables en el diario vivir de la mayoría de los seres humanos.

El desconocimiento de los desastres socioambientales, asociados con el consumo indiscriminado de productos tecnológicos, terminan patrocinando la destrucción de comunidades culturales y ambientales sin ningún tipo de control, ni esperanza de un rumbo nuevo para los países productores de Coltán. Las manipulaciones de empresas multinacionales, asociadas con gobiernos corruptos y el obscurantismo en el cual viven la mayoría de los ciudadanos del mundo que se mantienen ajenos al tema, no favorece que estos países aspiren a un cambio que dignifique su situación como seres humanos con derechos concebidos internacionalmente. Las circunstancias, expuestas anteriormente, traen a colación las relaciones entre la Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), expuestas a través de una Cuestión Sociocientífica (CSC), que contribuyen con la formación de ciudadanos participativos y capaces de argumentación en la sociedad. (MARTÍNEZ; PARGA, 2013a) Además incita a los docentes a buscar estrategias didácticas que le permitan al estudiante construir un punto de vista a partir de una CSC planteada en aula como la explotación del Coltán.

Esto hace más interesante el aprendizaje de las ciencias, pues permite evidenciar la utilidad del conocimiento para los diferentes actores involucrados. Además de que permite: “desarrollar capacidades para participar en una sociedad democrática... para lo cual es necesario la construcción de ambientes de discusión en las clases de ciencias que favorezcan vivir y ejercer la ciudadanía”. (MARTÍNEZ; PARGA, 2013b, p. 27) Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, en este capítulo se realiza una aproximación didáctica a la siguiente pregunta ¿Cómo desarrollar competencias que permitan la formación ciudadana a través de una CSC sobre la explotación del Coltán, en clase de Enseñanza de las Ciencias Naturales? Así, se busca dar una respuesta pertinente a este cuestionamiento, teniendo como objetivo analizar la explotación del Coltán como una CSC, para desarrollar competencias en estudiantes de grado séptimo de Educación Básica Secundaria,¹ de tal manera que se propenda por la formación ciudadana, a través de una serie de actividades que permitan integrar los contenidos conceptuales, procedimenta-

1 Este grado equivale a la séptima serie do Ensino Fundamental da educação brasileira.

les y actitudinales, dando relevancia a la adquisición de conocimientos integrados que puedan ser utilizados por los estudiantes.

A continuación se presenta una visión general del capítulo, que pretende mostrar la aplicación de una CSC definida por las implicaciones sociales y ambientales de la explotación del Coltán. Inicialmente, se describe el Cólтан, explicando su composición Química y propiedades, estableciendo las razones por las que este material es considerado estratégico para el avance tecnológico y a su vez ocasiona la explotación masiva en diferentes regiones del mundo, patrocinada por multinacionales a la cabeza del avance tecnológico, en contraste con las consecuencias socioambientales que ha traído, especialmente a la Republica del Congo que posee las mayores reservas en el continente africano. Las relaciones establecidas entre la explotación del Coltán en pro del avance tecnológico y sus consecuencias socioambientales permiten tratar la extracción del Cólтан, como una CSC, con finalidades educativas como el desarrollo de competencias para el ejercicio de una ciudadanía responsable.

El capítulo pretende ejemplificar como se puede utilizar una CSC con el fin de desarrollar capacidades en los educandos, a través de la aplicación de una secuencia didáctica, organizada en cuatro fases, de acuerdo con la propuesta de Zabala y Arnau (2007). Las fases son: el análisis de una situación; identificación de posibles esquemas de actuación; selección de esquemas de actuación y conocimiento; dominio y transferencia de los componentes de una competencia. Finalmente se plantean las conclusiones.

El coltán: un mineral estratégico para el avance tecnológico y científico

El Coltán es una mezcla que debe su nombre a la abreviatura de los minerales que lo componen Tantalita y Columbita. En la Columbita $(\text{Fe.Mn})\text{Nb}_2\text{O}_6$ predomina el Niobio, mientras que en la Tantalita $(\text{Fe.Mn})\text{Ta}_2\text{O}_6$ predomina el Tantalio. Son minerales de aspecto oscuro y veteados, de estos se pueden extraer elementos químicos como el Niobio y el Tantalio.

Uno de los grandes intereses de la explotación del Coltán es extraer el Tantalio cuyo símbolo químico es Ta, siendo un metal de transición que presenta propiedades como su alta resistencia a la corrosión, lo cual lo hace un buen sustituto para el platino en la elaboración de la instrumentación. No obstante, se hace de gran valor en la telefonía móvil, teniendo en cuenta que a partir del Tantalio se pueden construir condensadores electro-líticos de menor tamaño, pero mayor capacidad de almacenamiento de carga eléctrica superando ampliamente el Aluminio. Considerando que los condensadores son vitales en cualquier dispositivo electrónico, el Tantalio es un elemento de gran valor para los dispositivos portátiles. También se utiliza para la fabricación de resistencias de alta potencia, superaleaciones usadas en turbinas de aviones o reactores nucleares y en prótesis

humanas, siendo un metal imprescindible para la tecnología moderna, conduciendo a la explotación masiva del Coltán.

El Niobio se descubre a partir del análisis de los restos de la producción del Tantalio. Es un elemento de transición que se usa en superaleaciones con aplicaciones en la aeronáutica, siendo su propiedad más interesante la superconductividad. Cuando el material se enfría por debajo de su temperatura crítica que es bajo de -264°C , su resistencia eléctrica es nula y se puede mantener una corriente eléctrica indefinida a través de este. Esta propiedad permite la fabricación de electroimanes utilizados en aparatos de resonancia magnética y en los aceleradores de partículas. También se usan compuestos como Niobato de litio (LiNbO_3), material clave para elaborar fibras ópticas. La gran relevancia que ha tomado el uso del Coltán en el avance tecnológico, ha provocado una explotación sin límites, que desemboca en el deterioro acelerado del medioambiente y la cultura de países poseedores de Coltán.

Las CSC como un medio para formación de ciudadanía en el aula

De otra parte, hablando de la educación de la ciudadanía en términos de desarrollo de competencias, la explotación excesiva del Coltán y las consecuencias socioambientales lo postulan como una CSC ubicada en el enfoque CTSA, que tiene como objetivo fundamental el estudio de las ciencias en cuanto a sus condiciones y consecuencias sociales y ambientales, permitiendo a los educandos ver la utilidad de los conocimientos, convirtiéndose en una estrategia para diversos temas en el área de ciencias naturales.

La educación CTSA posibilita la preparación de los estudiantes para enfrentar problemáticas actuales, las causas y las medidas a tomar. Además de buscar la comprensión de la influencia de la sociedad en las metas que persigue la ciencia y la tecnología. (MARTÍNEZ; PARGA, 2013a) Sin embargo, son pocos los docentes que manejan este enfoque y otros no lo conocen, haciéndose importante dar a conocer diferentes herramientas que permitan llevar al aula el estudio de CSC que oriente la integración de contenidos o competencias científicas, definidas por Pedrinaci (2012, p. 31) como: “Un conjunto integrado de capacidades para utilizar el conocimiento científico a fin de describir, explicar y predecir fenómenos naturales”. Ahora bien, la competencia en el sentido educativo amplio de la palabra es definida por Zabala y Arnau (2007, p. 40) como “la intervención eficaz en los diferentes ámbitos de la vida mediante acciones en las que se movilizan, al mismo tiempo y de manera interrelacionada, componentes actitudinales, procedimentales y conceptuales”. Estas capacidades o conocimientos son clasificadas por los dos autores en conceptuales; procedimentales, metodológicas y actitudinales.

Las capacidades conceptuales se hacen evidentes cuando el estudiante utiliza conocimientos científicos para describir, explicar o predecir fenómenos naturales (CAÑAL, 2012, p. 222) o utiliza conceptos y modelos para reflexionar sobre problemas que se plantean en su contexto. Una pregunta que podría direccionar el desarrollo de capacidades científicas a través del análisis de la CSC sobre el Coltán podría ser ¿Cómo se puede explicar la disminución del peso y tamaño de los celulares en el tiempo? A partir de esta pregunta, se invita a los estudiantes a indagación, por medio del uso de diferentes capacidades como: la formulación de hipótesis, a partir de sus conocimientos previos, la recolección y selección de información, el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) etc. Las capacidades van siendo usadas en el proceso de resolución de la pregunta y van apareciendo sin ningún orden jerárquico de acuerdo a su clasificación (conceptuales, metodológicas y actitudinales) que Pedrinaci (2012) define para efectos de análisis de la siguiente manera:

- Conceptuales: implican el uso de conceptos, modelos o teorías en el análisis de problemas y soluciones planteadas en diferentes contextos vivenciales de los estudiantes;
- Metodológicas o procedimentales: tendrían que ver con las habilidades de procesar la información obtenida, obtener información relevante, diferenciar la ciencia de otras interpretaciones no científicas, diseñar estrategias de investigación;
- Actitudinales: incluyen valorar la calidad de la información en función de su procedencia, observar el interés de los educandos por resolver problemáticas socioambientales a partir del conocimiento y la indagación, y ser capaz de adoptar decisiones autónomas y críticas en contextos personales y sociales.

El coltán: una CSC para el desarrollo de competencias en aula

El nivel educativo en el que se aplica la CSC en relación al Coltán es séptimo grado de educación básica secundaria. Las áreas de conocimientos implicadas son: química, (composición de la materia, propiedades de la materia), física (conductibilidad eléctrica, capacidad de almacenamiento de electricidad), biología (polución ambiental, pérdida de biodiversidad, contaminación del agua y suelo, biomagnificación, resiliencia ecológica, salud humana); sociología (desigualdades sociales, políticas públicas, consumismo, economía y comportamiento social).

La CSC, en forma de un caso (Cuadro 1), expresa que la explotación del Coltán trae desastres socioambientales al planeta.

Cuadro 1 – Caso para la discusión sobre la cuestión sociocientífica

La explotación del Coltán

Diana es una estudiante de educación media y en el descanso conversa con sus compañeros Carlos y Camilo, los cuales están sorprendidos porque ella tiene un celular que no es de última generación, pues usa uno que recibió de su hermano mayor después de que él lo utilizó por muchos años.

Carlos le dice a Diana, – *¿Cómo puedes andar con un celular tan viejo? Hay nuevos modelos que poseen muchas aplicaciones y se puede comprar en un precio no muy alto, ¿por qué no compras uno de estos?*

Camilo interviene y complementa diciendo: – *yo creo que requieres ese aparato, este te permitirá hablar con tu familia y amigos en cualquier momento, además con este celular viejo está fuera de moda. No sigas en la época arcaica, estamos en el siglo XXI.*

Frente a las sugerencias de sus compañeros Diana responde: – *amigos, no me había dado cuenta que ese celular de última gama fuera tan necesario, pero como ustedes lo dicen con tanta convicción voy a pensar sobre ello.*

Ella vuelve a su casa y después de su clase, piensa con cuidado sobre lo que sus amigos le dijeron y decide leer sobre los celulares, sobre cómo son producidos y comercializados. Diana consulta en internet y rápidamente descubre que la producción de estos aparatos, actualmente, está íntimamente vinculada a ciertos minerales y a la República Democrática del Congo. Diana percata que el Coltán, extraído sobre todo de este país es un mineral esencial para la producción de celulares, además, encuentra información general sobre la extracción de Coltán que la asocia a importantes problemas sociales y ambientales que resultan alarmantes.

A partir de lo anterior Diana formula algunos cuestionamientos para decidir si debe o no comprar un celular y también sobre el resultado de su investigación para compartirlo con sus amigos en términos de planear en cuáles acciones podrían planearse y ejecutarse para reducir los problemas socioambientales relacionados con la explotación masiva de Coltán, ¿usted podría ayudarla?

Fuente: elaboración de los autores.

En este contexto, se proponen los siguientes cuestionamientos y objetivos a ser desarrollados en el aula.

- C1. ¿Cuáles son las causas de la explotación masiva del Coltán?
- C2. ¿Qué procedimientos son utilizados para la explotación masiva del Coltán?
- C3. ¿Cuáles son las condiciones sociales, políticas, ambientales y económicas, de los países dueños de yacimientos de Coltán?

Objetivos de aprendizaje

Factuales

- Identificar los símbolos químicos del Tantalio y el Niobio y las fórmulas químicas de la tantalita y la columbita;
- Identificar los acontecimientos sociales y económicos de gran relevancia en la República del Congo.

Conceptuales

- Comprender el funcionamiento de un capacitador;
- Explicar la diferencia entre mezcla, compuesto y elemento.

- Comprender los diferentes métodos de separación de la materia;
- Explicar los métodos de extracción minera y su efecto en el medio ambiente;
- Comprender la situación socioambiental que viven los ciudadanos de la República del Congo.

Procedimentales

- Recolectar información relacionada con la explotación del Coltán;
- Seleccionar información relevante, teniendo en cuenta la fuente en relación con la explotación del Coltán;
- Elaborar el modelo de la botella de Leyden y explicar su funcionamiento.

Actitudinales

- Reflexionar críticamente acerca de los avances tecnológicos en contraste con el efecto que estos producen, a partir de los espacios creados en el aula por el profesor;
- Reflexionar acerca de la actuación de cada estudiante, en relación con la explotación masiva de los recursos naturales;
- Planear y proponer acciones para contribuir a la reducción de problemas socioambientales caracterizados a partir de la explotación del Coltán;
- De manera grupal crear y publicar un *Blog*, a través del cual se presenten reflexiones sobre los aspectos científicos y tecnológicos de la explotación del Coltán, así como las implicaciones sociales y ambientales, de tal manera que sensibilice a la comunidad de la compra exagerada de celulares.

Mecanismos que permiten aplicar y discutir la CSC

Para aplicar y discutir la CSC en la educación con el fin de alcanzar los objetivos de aprendizaje, se sugieren el empleo de secuencias didácticas que permiten encadenar y articular diferentes actividades a lo largo de una unidad didáctica, para esto Zabala y Arnau (2013) proponen fases para establecer una secuencia didáctica, y estas son ejemplificadas de la siguiente manera, por medio de la aplicación en aula de la CSC denominada la explotación del Coltán:

Análisis de una situación compleja

La explotación masiva del Coltán trae desastres ambientales y culturales en conformidad con la estructura propuesta en la Figura 1. A partir de esta, se puede discutir y desarrollar sobre los siguientes aspectos:

Identificación de cuestiones que permitirán enfrentar la situación:

C4. ¿Cuáles son las causas de la explotación masiva del Coltán?

- C5. ¿Qué procesos se utilizan para la extracción del Coltán?
- C6. ¿Cuáles son las condiciones sociales, ambientales, políticas y económicas de los territorios, poseedores de yacimientos de Coltán, especialmente la República del Congo?

Identificación de información relevante para la interpretación y la resolución de los cuestionamientos:

Figura 1 – Desarrollo de competencias a partir de la CSC: la explotación masiva del Coltán

Fuente: elaboración de los autores.

Comentarios al cuestionamiento 1:

- El Cólta es una roca que contiene Tantalio;
- El Tantalio es un elemento que tiene importantes propiedades químicas, ya que puede almacenar grandes cantidades de electricidad y su peso es muy bajo, siendo utilizado en la fabricación de condensadores, usados en artefactos electrónicos como los celulares;
- El Coltán es un material estratégico, así las grandes multinacionales pueden patrocinar su explotación masiva.

Comentarios al cuestionamiento 2:

- Se practica la minería a cielo abierto;
- La minería a cielo abierto erosiona los suelos, afectando las poblaciones que habitan en la región, ya que contaminan las fuentes de agua y arrasan con la fauna y la flora, produciendo desplazamientos y con ellos pobreza.

Comentarios al cuestionamiento 3:

- A partir de los siguientes videos favorezca la reflexión sobre los siguientes cuestionamientos: presentan un gobierno corrupto y sus pobladores se encuentran en una guerra sangrienta en donde se destacan las matanzas continuas, la violencia sexual y la esclavitud (como en el caso del Congo en África). ¿Qué relación tiene esta problemática con la explotación del Coltán?;
- A pesar de ser una nación inmensamente rica en cuanto a recursos naturales, prevalece la pobreza y la violencia. ¿Qué acciones sociales emprender?

Se puede completar la actividad utilizando algunos videos.

Identificación de los posibles esquemas que pueden dar respuesta a los problemas de la situación

Por ejemplo:

- No se debería seguir usando celulares;
- Debo usar mi celular con cuidado y responsabilidad, cambiándolo únicamente si fuera estrictamente necesario. A pesar de que los nuevos modelos podrían facilitar la comunicación, debido a sus nuevas aplicaciones, puedo invertir en la calidad de la comunicación con los medios que ya existen, y, así, no estimular el consumismo y las tecnologías que lucran a partir de la degradación ambiental y humana;

- Cada vez que abandone un celular, debo decidir consciente de su destino final, haciendo provecho de los materiales que podrían reutilizar, de tal forma, que se evita la contaminación y se contribuye bajando la tasa de explotación del Coltán;
- Se debe participar políticamente involucrándose en las decisiones que toma el gobierno en relación a la explotación de los recursos naturales. Se puede también buscar campañas relativas al uso del Coltán (más detalle).

Selección de los esquemas y disposición para aplicarlos de forma estratégica

Los tres últimos esquemas, expuestos en la Figura 1, constituyen algunas posibilidades de actuación que deben analizarse con detenimiento, pues lo importante es establecer las problemáticas asociadas al uso del celular, de tal manera que la actuación de los ciudadanos contribuya a una reflexión profunda sobre la explotación masiva del Coltán.

Conocimiento, dominio y transferencia de cada uno de los componentes de las competencias

Se observa que para trabajar alrededor de la Figura 1 es necesario integrar los componentes de hecho, concepto y procedimiento que permitan interpretar la situación llevando a cada sujeto a un actuar colectivo que podría mitigarlo o solucionarlo a partir la problemática de la situación planteada.

Adicionalmente, Zabala y Arnau (2013) indican la importancia de establecer en el aula una organización social y sugieren:

- El grupo completo para la presentación del problema real, la identificación de los problemas que esta situación lleva y en la finalización para llegar a conclusiones;
- Formación de pequeños grupos heterogéneos en los cuales se fomente el diálogo, el debate, la cooperación, la responsabilidad, la autonomía y la resolución de conflictos;
- El trabajo individual para estudiantes que tengan cierto grado de autonomía.

Referencias

CAÑAL, P. Saber ciencias no equivale a tener competencia profesional para enseñar ciencias. En: PEDRINACI, E. (Coord.). *El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Graó, 2012. p. 217-239.

MARTÍNEZ, L.; PARGA, D. La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. *Revista Góndola*, Bogotá, v. 8, n. 1, p. 22-33, 2013a.

MARTÍNEZ, L.; PARGA, D. *Discurso ético y ambiental sobre cuestiones sociocientíficas: aportes para la formación del profesorado*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, 2013b.

PEDRINACI, E. El ejercicio de una ciudadanía responsable exige disponer de cierta competencia científica. En: PEDRINACI, E. (Coord.). *El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Graó, 2012. p. 15-37.

SEGUNDO, J. *Oro azul, quimera y rapiña*: Documental El Coltan de la Orinoquia. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2013. Disponible en: <<http://docplayer.es/12840548-Oro-azul-quimera-y-rapina-documental-el-coltan-de-la-orinoquia.html>>. Acceso en: 5 ago. 2015.

ZABALA, A.; ARNAU, L. La enseñanza de las competencias. *Aula de innovación Educativa*, Barcelona, n. 161, p. 40-46, 2007. Disponible en: <http://srvcnpbs.xtec.cat/inslle/docs/2008_Competencias_Zabala.pdf>. Acceso en: 20 Julio 2014.