



Evaluación del conocimiento didáctico del contenido sobre el pensamiento crítico en educación ambiental de una profesora al aplicar la Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje “Doña Juana y yo” a estudiantes de octavo grado

Didactic content knowledge evaluation on critical thinking in environmental education of a teacher through the application of the Teaching and Learning Sequence “Doña Juana y yo” to eighth grade students

María Mercedes Callejas Restrepo

Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Colombia
mcallejas@udca.edu.co

ORCID: orcid.org/0000-0003-4018-7079

Deyanira Medina Ruíz

IE Gran Yomasa, Colombia
Maestría Educación Ambiental, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales
deyanira.medina@gmail.com

Resumo:

O projeto CYPENCRI (Educação de competências científicas, tecnológicas e de pensamento crítico, ensinando assuntos natureza da ciência e tecnologia), propõe como um dos seus objetivos, avaliar a melhoria das competências de ensino dos professores através do desenvolvimento do pensamento crítico e Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC). Este artigo apresenta a experiência de uma professora de ciências, colaboradora do projeto CyTPENCRI, ao aplicar a Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) “Doña Juana e eu” para um grupo de 28 alunos da oitava série sobre os problemas que representa um enchimento sanitários como o de Dona Juana, em Bogotá, Colômbia, em local próximo à Instituição e às comunidades. No desenvolvimento da pesquisa, a professora faz o planejamento em três fases: aplicação do pré-teste, desenvolvimento da SEA e aplicação do pós-teste. Posteriormente, a professora reflete sobre a sua ação docente e utiliza duas formas complementares para recolher e apresentar, por escrito, a informação relacionada com o Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC). O conceito central da natureza da ciência e tecnologia desenvolvido pela AAE é: a educação ambiental deve basear-se no conhecimento reflexivo e crítico de sua realidade e é dividida em três ideias: Necessidade de reconhecer as complexas relações dos indivíduos com seu ambiente natural, social, política e cultural; Articular o conhecimento científico e tecnológico com o conhecimento social e ambiental e aprimorar as habilidades de pensamento crítico e criativo.

Palavras-chave: Sequências de ensino e aprendizagem; Avaliação de Conhecimento Didático do Conteúdo; Habilidades de pensamento crítico; Educação ambiental.

1 Proyecto EDU2015-64642-R (AEI/FEDER, UE) financiado por la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).



Resumen:

El proyecto CyTPENCRI (Educación de las competencias científica, tecnológica y pensamiento crítico mediante la enseñanza de temas de naturaleza de ciencia y tecnología), plantea como uno de sus objetivos, evaluar la mejora de la competencia docente del profesorado a través del desarrollo del pensamiento crítico y el conocimiento didáctico del contenido (CDC). Este artículo presenta la experiencia de una profesora de ciencias, colaboradora del proyecto CyTPENCRI, al aplicar la Secuencia de enseñanza y aprendizaje (SEA) "Doña Juana y yo" a un grupo de 28 estudiantes de octavo grado, sobre la problemática que representa un relleno sanitario como el de *doña Juana*, en Bogotá, Colombia, en un lugar próximo a la Institución y las comunidades. En el desarrollo de la investigación, la profesora realiza la planeación de las tres fases: aplica el pretest, desarrolla la SEA y aplica el postest. Posteriormente, la profesora reflexiona sobre su acción docente y utiliza dos formas complementarias para recoger y presentar por escrito la información sobre el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC). El concepto central de naturaleza de ciencia y tecnología que desarrolla la SEA es: *la educación ambiental debe basarse en el conocimiento reflexivo y crítico de su realidad, y se desglosa con tres ideas: Necesidad de reconocer las complejas relaciones de los individuos con su entorno natural, social, político y cultural; articular los conocimientos científicos y tecnológicos con los sociales y ambientales y, potenciar habilidades para pensar de forma crítica y creativa.*

Palabras clave: Secuencias de Enseñanza y Aprendizaje; Evaluación Conocimiento Didáctico del Contenido; Habilidades Pensamiento Crítico; Educación Ambiental.

Abstract:

The CyTPENCRI project (Education of scientific, technological and critical thinking skills through the teaching of topics of a science and technology nature), proposes, as one of its objectives, to evaluate the improvement of teachers' teaching competence through the development of critical thinking and didactic content knowledge (CDC). This article presents the experience of a science teacher, collaborator of the CyTPENCRI project, when applying the Teaching-Learning Sequence (TLS): "Doña Juana y yo" to a group of 28 eighth grade students, about the problematic that represents a filling sanitary such as that of Doña Juana, in Bogotá, Colombia, in a place close to the Institution and the communities. In the development of the research, the teacher performs the planning of the three phases: apply the pretest, develop the SEA and apply the posttest. Afterwards, the teacher reflects on her teaching action and uses two complementary ways to collect and present in writing the information on the Didactic Content Knowledge (CDC). The central concept of the nature of science and technology developed by the SEA is that environmental education must be based on reflective and critical knowledge of its reality. This is analyzed with three ideas: Need to recognize the complex relationships of individuals with their natural, social, political and cultural environment; articulate scientific and technological knowledge with social and environmental knowledge, and enhance critical and creative thinking skills.

Keywords: Teaching-learning Sequence; Evaluation of the Didactic Content Knowledge; Critical thinking skills; Environmental education.



Introducción

La situación de contaminación que se vive en la actualidad evidencia el desarrollo incontrolado de la sociedad y la ausencia de una conciencia ambiental necesaria para que cada individuo evalúe y tome decisiones con respecto a las consecuencias de sus actos. Es por ello, que una alternativa para combatir el deterioro del ambiente es la educación que permita fomentar una construcción social, con habilidades y competencias necesarias para tomar decisiones responsables frente a nuestras acciones.

El conocimiento de conceptos fundamentales básicos relacionados con la problemática ambiental es poco significativo en la educación básica y media, ya que no se favorecen las relaciones entre los conceptos teóricos que se trabajan en el aula, con aplicaciones concretas de la vida diaria. Por lo anterior, se hace necesario que los profesores apoyen la construcción de significados conceptuales, procedimentales, actitudinales y axiológicos en los estudiantes, para abordar problemas relacionados con su entorno que sean de relevancia social.

Lo anterior plantea, que ellos deben implementar diferentes estrategias encaminadas a la formación de ciudadanos críticos capaces de aportar a la sociedad. Desde la experiencia de la docente de ciencias naturales, surge la necesidad de sacar la educación ambiental del salón de clase al contexto de los estudiantes, y es allí donde inicia esta investigación, a partir de las reflexiones que hacían en las clases de octavo grado, acerca de la problemática que representa un relleno sanitario como el de *doña Juana*, en Bogotá, Colombia, en un lugar próximo a las comunidades, y sus implicaciones ambientales, sociales, económicas y políticas, ya que su ubicación debía ser el resultado de un ejercicio de gestión, en donde las comunidades afectadas puedan incidir en las decisiones que se tomen en los planes de ordenamiento de su territorio. Es en este escenario, que la educación ambiental debía estar contextualizada en la institución.

El problema que se aborda en esta investigación es: ¿Cómo desarrollar en los estudiantes del grado octavo del colegio Gran Yomasa habilidades de pensamiento crítico de resolución de problemas y toma de decisiones en educación ambiental?

En respuesta a esta pregunta, la profesora de ciencias diseña y aplica una secuencia didáctica que titula "Doña Juana y yo", a partir del problema ambiental del relleno sanitario. En la perspectiva de la educación Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente, propicia que los estudiantes aprendan la complejidad de las relaciones del mundo que les rodea, para que puedan tomar mejores decisiones y, adoptar una actitud crítica frente al desarrollo científico tecnológico y sus consecuencias en la vida de las personas y en el medio social y natural (Callejas, Mendoza y Porras, 2012).

Este trabajo se desarrolla en la línea de investigación de Educación para el pensamiento crítico y la creatividad en perspectiva Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente –CTSA, de la Maestría en Educación Ambiental, U.D.C.A. Innovar en la enseñanza de los temas CTSA, requiere asumir su carácter explícito y reflexivo e implica por parte de los profesores, el desarrollo de procesos de reflexión y razonamiento sobre la práctica (Vázquez, 2014), al aplicar Secuencias de Enseñanza y Aprendizaje para desarrollar habilidades de pensamiento crítico. Para ello, se propicia la reflexión sobre la acción docente y se aplican los instrumentos para facilitar a la profesora hacer explícito su Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) sobre la SEA aplicada.



Esta investigación responde a uno de los objetivos del proyecto CyTPENCRI que propone evaluar la mejora de la competencia docente del profesorado a través del desarrollo del pensamiento crítico y el conocimiento didáctico del contenido.

Contextualización teórica

Es evidente la necesidad de dar un enfoque diferente a la educación ambiental en las instituciones educativas, por lo cual se debe potenciar en profesores y estudiantes el desarrollo de habilidades para pensar de forma crítica y creativa.

Antes de plantear algunas ideas sobre el pensamiento crítico, es importante señalar el concepto de esta educación en la Política Nacional de Educación Ambiental de Colombia (2002), por su relación con el problema que se expuso anteriormente:

el proceso que le permite al individuo comprender las relaciones de interdependencia con su entorno, con base en el conocimiento reflexivo y crítico de su realidad biofísica, social, política, económica y cultural, para que, a partir de la apropiación de la realidad concreta, se puedan generar en él y en su comunidad actitudes de valoración y respeto por el ambiente. El cómo se aborda el estudio del problema ambiental y el para qué se hace educación ambiental, depende de cómo se concibe la relación entre individuo, sociedad y naturaleza y el tipo de sociedad que se quiere(p.5).

La educación ambiental tiene como propósito educar para el ambiente, en el sentido de lograr el compromiso de los individuos con la protección, la conservación y la mejora del medio. Por ello, una educación ambiental coherente, debe favorecer aprendizajes que estén relacionados con una perspectiva crítica, que problematice y cuestione la realidad y nuestra intervención en ella, que enseñe a razonar, a informarse y argumentar y de igual manera favorezca el aprender a comprometerse.

Del mismo modo, el uso de habilidades de pensamiento crítico (PC) puede contribuir a una mejor comprensión de la ciencia, y permite estar preparado para actuar en el contexto de la resolución de problemas y la toma de decisiones con respecto a la manera en que la Ciencia y Tecnología se usan para cambiar la sociedad y viceversa. De hecho, encontrar soluciones apropiadas para problemas, de cualquier área científica o tecnológica, requiere de estas habilidades de PC para que las personas puedan tomar decisiones y evaluarlas con criterios fundamentados, lo cual permite construir una imagen más realista de la Ciencia(Marques Vieira, Tenreiro-Vieira, & Martins, 2011).

Estas experiencias a las que se enfrentan los individuos en la vida cotidiana permiten la adquisición del conocimiento y construcción del pensamiento. Según Facione (2007), cuando el individuo se enfrenta a nuevas formas de pensar y requiere tomar decisiones, su pensamiento opera de manera combinada mediante dos acciones que se asisten mutuamente, "la intuición y la reflexión" permitiendo "procesar cognitivamente" y actuar directamente sobre las decisiones.

En la primera acción el pensamiento interviene claramente cuando el individuo construye un juicio de valor y se lleva a cabo mediante opiniones y recuerdos recientes, esto ocurre en situaciones en donde hay poco tiempo y se recurre al instinto, apresurado y reactivo, y en la segunda acción el pensamiento reflexivo actúa bajo situaciones que requiere de decisiones pero



con elementos de mayor orden, se requiere de un análisis cuidadoso, evaluando, explicando y reflexionando sobre su propia acción para evitar los prejuicios y buscando la verdad. Esta segunda acción, es la base para la formación del pensamiento crítico. (Facione, 2007)

Ennis se refiere al pensamiento crítico cuando habla de una actividad práctica y reflexiva cuyo propósito es una creencia o una acción. Hay cinco términos que él integra en la siguiente definición: "el pensamiento crítico es una forma de pensamiento racional, reflexivo, enfocado en decidir que creer o que hacer" (Citado por Tenreiro y Vieira, 2000, p.27). En este sentido el pensamiento crítico está orientado hacia la acción y ocurre en un contexto de resolución de problemas y de interacción con otras personas.

La enseñanza del pensamiento crítico para Tenreiro y Vieira (2000) puede realizarse desde diferentes abordajes. El de mayor interés para esta investigación, plantea incluir el pensamiento crítico en los contenidos curriculares, de acuerdo con el contexto de cada disciplina. En este sentido contribuye al desarrollo de capacidades y a una mejor comprensión de los conocimientos científicos.

En esta perspectiva, para Zohar (2006) "enseñar a pensar contribuye a la construcción significativa de conocimiento científico... los estudiantes que resuelven problemas, discuten cuestiones científicas y llevan adelante indagaciones, por lo cual se involucran en *un pensamiento activo* sobre diversos temas" (p.158). Este es el reto para los profesores, hacer que el aprendizaje sea interesante y motive a los estudiantes en la comprensión de las situaciones de su vida cotidiana.

Para el desarrollo de la investigación se toman dos de las habilidades del pensamiento crítico que según Saiz y Rivas (2008) son todas aquellas estrategias que permitan resolver diferentes problemas que afectan su entorno y al mismo tiempo generar nuevos métodos para solucionarlos basados en la lógica y el buen juicio y a su vez tomar decisiones.

Halpern (2016), reconoce que el pensamiento crítico es multidimensional y una de las cinco categorías propuestas para evaluarlo es la toma de decisiones y la resolución de problemas. Esta incluye como indicadores la definición del problema y la identificación de posibles propósitos; la generación y selección de alternativas y el uso de criterios explícitos para juzgar entre las alternativas. En este caso es importante mirar los resultados tanto positivos como negativos de las alternativas.

Para Shulman "un aspecto esencial de su concepto de enseñanza lo constituyen los objetivos de que los alumnos aprendan a comprender y a resolver problemas, que aprendan a pensar crítica y creativamente y que aprendan datos, principios y normas de procedimiento" (2005, p. 10). Propone como una de las categorías para organizar el conocimiento del profesor, el "conocimiento didáctico del contenido: esa especial amalgama entre materia y pedagogía que constituye una esfera exclusiva de los maestros, su propia forma especial de comprensión profesional" (2005, p. 11).

En este análisis, Shulman propone la reflexión como un aspecto relevante del proceso docente, referida a "lo que un profesor hace cuando analiza, en forma retrospectiva, el proceso de enseñanza y aprendizaje que ha tenido lugar, y reconstruye, vuelve a escenificar y/o a experimentar los sucesos, las emociones y los logros. Es a través de esa serie de procesos que un profesional aprende de la experiencia"(2005, p.25).

Lo anterior implica por parte de los profesores, el desarrollo de las habilidades de reflexión y metacognición con el propósito de construir un conocimiento (CDC) que es específico para el área que orienta, producto de la toma de consciencia de su acción docente. Para el proyecto



CyTPENCRI, el conocimiento didáctico del contenido (CDC), es producto de la aplicación de las destrezas de PC de los profesores a sus concepciones y prácticas y es un elemento de desarrollo profesional docente.

Metodología

En la investigación se aplica un diseño (cuasi)-experimental longitudinal de tres fases: pre-test – intervención (enseñanza de la SEA) - post-test, para valorar la efectividad de la SEA. La investigación se realiza durante 4 meses, el tiempo transcurrido entre el pre-test y post-test fue de dos meses, tiempo adecuado para identificar el impacto de la SEA, la cual se aplica durante 6 semanas. Posteriormente la profesora hace la reflexión utilizando los instrumentos propuestos para hacer explícito el CDC.

La población está conformada por un grupo natural de 28 estudiantes (hombres y mujeres), del grado 8° del colegio público Gran Yomasa de la ciudad de Bogotá, Colombia, con edades entre los 14 y 16 años.

Como instrumentos se utilizan pruebas de evaluación de habilidades de pensamiento crítico, entrevista a los estudiantes, la Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje e instrumentos para explicitar el CDC de la profesora.

La primera fase del proyecto de investigación fue la caracterización de las habilidades de pensamiento crítico de resolución de problemas y toma de decisiones, que poseen los estudiantes por medio de la aplicación de un test que sigue la propuesta de Halpern (2016) de evaluar el Pensamiento Crítico mediante situaciones cotidianas.

El Pretest y el Postest, plantean 2 situaciones cotidianas que viven los estudiantes en relación con el manejo y disposición de los residuos:

Situación 1:

Los habitantes del sector de Mochuelo cansados de la problemática del relleno Sanitario de Doña Juana decidieron bloquear la entrada de los carros de basura y así evitar el ingreso de más toneladas de residuos, los barrios aledaños como Santa Librada, la Aurora, Yomasa, Comuneros, Compostela, la Marichuela, Tejares, la Andrea, el Bosque, entre otros, se vieron afectados pues necesitan sacar sus desperdicios y los carros recolectores no pasaron en varios días acumulándose los residuos, proliferando las moscas y los roedores en el sector.

Situación 2:

Al frente de su casa hay un poste de luz y todas las personas del barrio llevan sus residuos a este lugar, como muebles, llantas, bolsas de basura, partes de electrodomésticos, incluso una vez dejaron una taza del baño rota en este lugar. Los perros del sector rasgan las bolsas en busca de comida y los recicladores que pasan por allí aprovechan y recogen algunos elementos. Su familia está cansada de esta situación pues los malos olores y las moscas afectan su vida cotidiana, y lo más complicado es que usted y sus hermanos se han enfermado de las vías respiratorias e incluso un brote de piel los ha afectado.



En relación con cada situación, los estudiantes responden varias preguntas abiertas sobre lo que piensan, a quien atribuyen la causa del problema, a quienes afecta, cuáles son las consecuencias y qué alternativas proponen.

La información dada por los estudiantes se organiza en una tabla de Excel para su análisis, se identifican las palabras clave y sus relaciones con las tres categorías propuestas de acuerdo con Halpern (2016), para evaluar las habilidades de resolución de problemas y toma de decisiones: Identificación del problema, consecuencias e impactos del problema y generación de alternativas de solución.

La secuencia se realizó en educación ambiental, teniendo como problemática principal el relleno sanitario de "Doña Juana" el cual está localizado en zona muy cerca de la institución. La secuencia didáctica "Doña Juana y Yo" desarrolla diferentes actividades relacionadas con los problemas ambientales que se generan por la inadecuada disposición de los residuos sólidos de la ciudad de Bogotá y que finalmente son depositados en el relleno sanitario. Las actividades se planearon siguiendo el modelo de las 7 E: enganchar, elicitar, explorar, explicar, elaborar, extender y evaluar (Eisenkraft, 2003, citado por Ul Khalil Shaheen, Jumani, & Kayani, 2015).

Posteriormente la profesora reflexiona sobre la investigación realizada en su práctica docente, y hace explícito su conocimiento en los instrumentos propuestos para el CDC: Representación de Contenidos- ReCo- y Repertorio de Experiencia Profesional y Didáctica -Rex-PyD. Estos instrumentos fueron adaptados por Angel Vázquez y María Antonia Manassero para que respondieran a la estructura de las secuencias (Vázquez & Rodríguez, 2014) con base en los instrumentos propuestos por Loughran, Berry y Mulhall (2012). El instrumento Re-Co está diseñado para realizar una sinopsis de la apropiación realizada por cada profesor en una clase concreta. Esta sinopsis refleja la forma como el profesor adapta el tema de la SEA para sí mismo y para los estudiantes asignados y expresa la aproximación de cada profesor al conocimiento didáctico del contenido sobre el tema particular asignado para su enseñanza en una clase concreta de estudiantes. El repertorio de experiencias constituye el relato del profesor sobre la experiencia de enseñanza con una SEA realizada en una clase concreta. Refleja los hechos relevantes, sucedidos en el desarrollo de la enseñanza, a partir de la puesta en acción de los elementos adaptados por el profesor y las interacciones producidas en el aula.

Contexto

El manejo inadecuado de los residuos sólidos producidos por los habitantes de la ciudad de Bogotá y sus municipios aledaños se constituye en uno de los grandes retos que tiene la ciudad, pues se depositan a diario en el relleno sanitario de Doña Juana 6000 toneladas de residuos según los datos del operador, de los cuales 2780 toneladas son de elementos potencialmente reciclables que se están enterrando y, de haber sido separados, se habrían podido comercializar, esto se debe en gran medida a la falta de cultura ambiental en los hogares, instituciones y la sociedad en general que no comprenden la importancia del manejo adecuado de los residuos desconociendo su potencial económico y energético además de los numerosos efectos negativos en el medio ambiente.

Para comprender la importancia de esta secuencia es necesario recuperar la historia del relleno el cual fue "inaugurado" hace 30 años en una zona rural al sur de la ciudad conocida



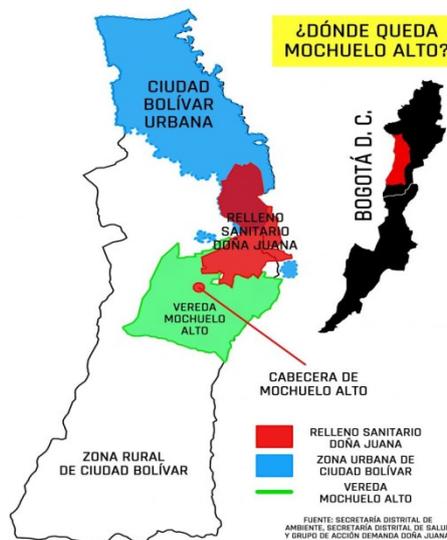
como Mochuelo en la localidad 19 de Ciudad Bolívar pues allí se asentaron de forma ilegal personas desplazadas por situaciones de violencia que se ocupaban de la labor del reciclaje, los Mochuelos era una zona en condición de ruralidad; con casas campesinas y no existía división para el urbanismo, el Mochuelo Bajo comenzó a crecer de forma desorganizada con cambuches, casas de lata, maderos y otros materiales reciclados y ladrillo.

Los terrenos en los que se encuentra ubicado el relleno fueron comprados a los herederos de un coronel dueño de los predios en el año de 1983 en ese entonces se conocía como la "Hacienda La Juana" en el año 1985 se realizó el estudio del impacto ambiental por parte de la Corporación Autónoma Regional (CAR) y se determinó que la zona era la educada por las características áridas del suelo y por la poca población que allí se asentaba.

El 1 de noviembre de 1988 se inaugura el relleno y desde sus inicios ha incumplido con especificaciones técnicas para su funcionamiento. En la actualidad el relleno es propiedad del gobierno distrital de la Ciudad de Bogotá y es supervisado por la *Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos*, (UAESP) y desde esta fecha se han presentado derrumbes, malos manejos de residuos, falta de aprovechamiento de los mismos, lixiviados, moscas, roedores y problemas a la comunidad entre otros. En 1997, por inestabilidad del terreno se genera una avalancha y un millón de toneladas de residuos en descomposición caen al río Tunjuelito y afectan a tres localidades de la zona: Ciudad Bolívar, Usme y Tunjuelito, lo cual provoca la más grande emergencia sanitaria de la ciudad de Bogotá. Esta situación impacta a los habitantes del sur de Bogotá, quienes conservan el temor que situaciones similares puedan ocurrir de nuevo. Los niños y jóvenes de las localidades que no vivieron la situación, si la conocen y expresan miedo por la posibilidad que una situación similar vuelva a presentarse.

Su ubicación geográfica y zonas de influencia, se pueden observar en la Figura 1:

Figura 1. Mapa Ubicación relleno sanitario en la ciudad



Recuperado de <https://semanarural.com/web/articulo/mochuelo-alto-la-vereda-vecina-al-relleno-de-dona-juana/319>



Ante esta delicada situación que afecta a los habitantes del sur de Bogotá en especial a la localidad 19 de Ciudad Bolívar y la localidad 5 de Usme, se requiere de un trabajo mancomunado entre los diferentes sectores sociales, económicos y políticos de la ciudad, puesto que la problemática ha aumentado debido a la creciente población, la urbanización acelerada y poco organizada, lo cual provoca un incremento desmedido de los desechos contaminando el aire, el suelo y el agua y afectando en particular a los barrios aledaños al relleno sanitario de Doña Juana.

Los habitantes han padecido por más de 20 años los diferentes problemas ocasionados por su cercanía, los cuales se han dado a conocer a través de la opinión pública, esta situación compromete a las instituciones educativas a trabajar en procesos de educación ambiental y formación ciudadana. (Ver Figura 2)

Figura 2. Foto emergencia sanitaria 2015



Recuperado de: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16392938>

Resultados

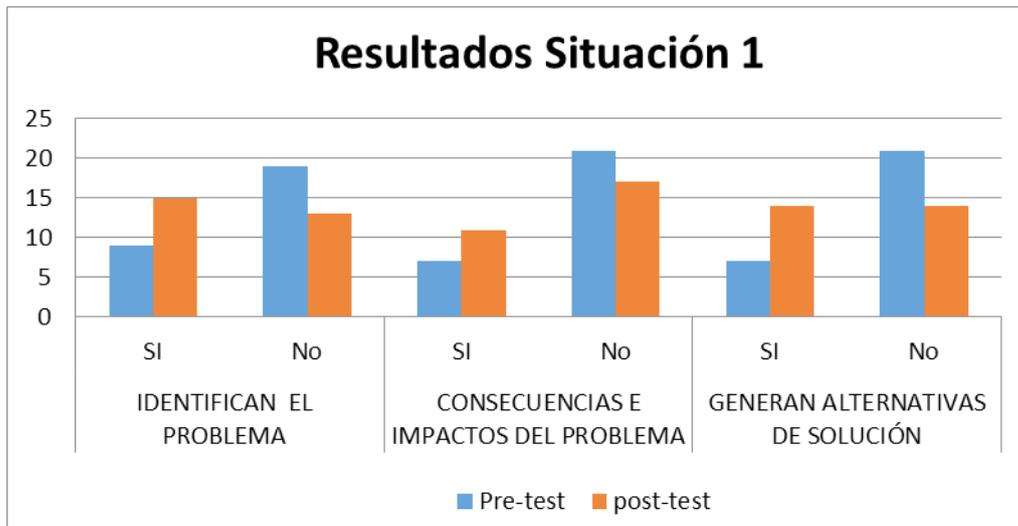
Evaluación a los estudiantes

Los resultados del pretest y el postest con base en las categorías propuestas para evaluar las habilidades de los estudiantes, se presentan para cada una de las situaciones en las Figuras 3 y 4.

Para la situación 1, hay un incremento en el postest del número de estudiantes que responden positivamente a las tres categorías: identifican el problema (15), generan alternativas de solución (14) e identifican consecuencias e impactos del problema (11). (Ver Figura 3)

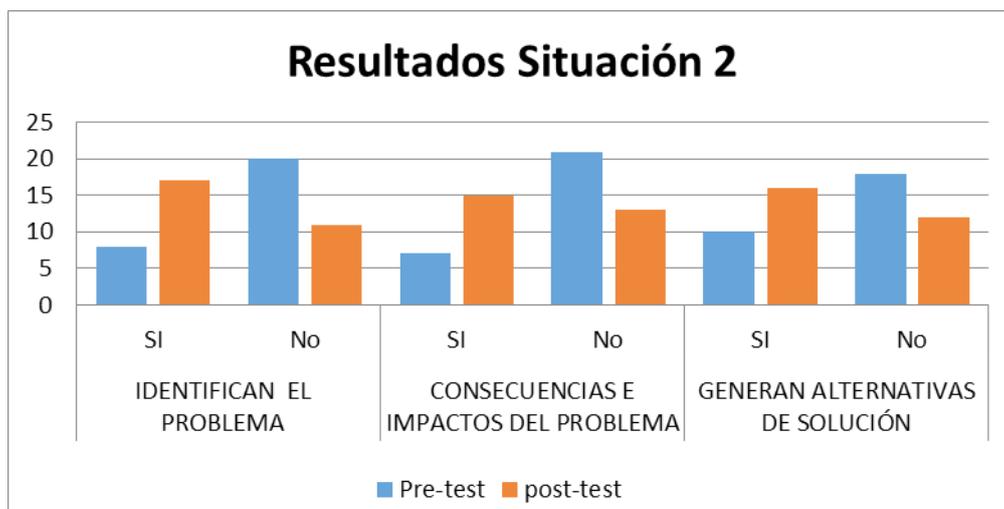


Figura 3. Resultados Situación 1



Para la situación 2, se observa un aumento del número de estudiantes que responden a las preguntas mostrando que han tomado conciencia de la situación e identifican el problema(17), consecuencias e impactos(15) y generan alternativas de solución (16) (Ver Figura 4)

Figura 4. Resultados Situación 2



Para las dos situaciones hay por lo tanto, un incremento en el número de estudiantes que identifican el problema y generan alternativas de solución. Lo anterior puede interpretarse

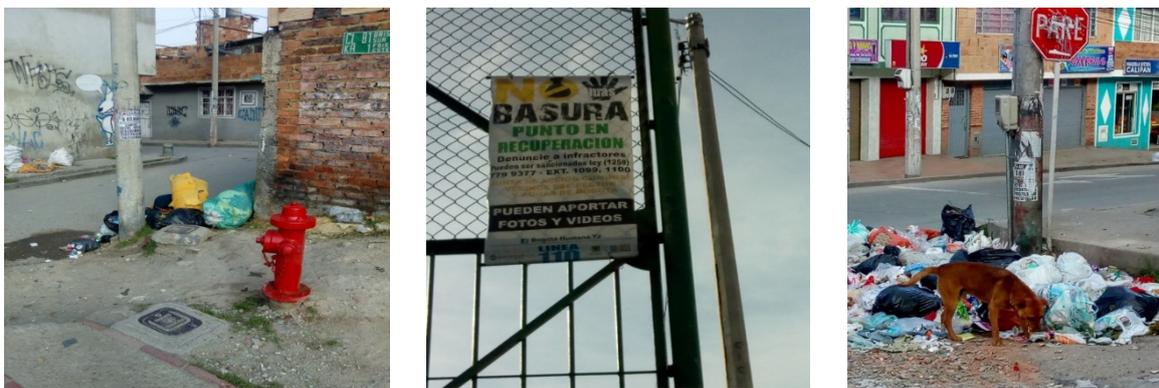


como un avance logrado con el desarrollo de la SEA y una oportunidad de identificar las debilidades de los estudiantes en relación con las habilidades de pensamiento crítico.

La secuencia didáctica “Doña Juana y Yo” desarrolla diferentes actividades relacionadas con los problemas ambientales que se generan por la inadecuada disposición de los residuos sólidos de la ciudad de Bogotá y que finalmente son depositados en el relleno sanitario. Las actividades se planearon siguiendo el modelo propuesto por Vázquez, Manassero y Bennássar (2013) y las 7 E mencionadas anteriormente que involucran tanto al docente como a los estudiantes en el diálogo sobre el tema:

Enganchar: se realizó la lectura de 2 artículos de periódico, los cuales reflejan la problemática actual que tiene el país, y permitió que los estudiantes hicieran un proceso de reflexión frente al impacto negativo que tienen los residuos en el ambiente. Además se les mostro una serie de imágenes del barrio tomadas por la docente, (Ver Figura 5) para que las analizaran y manifestaran sus opiniones, pues están tan acostumbrados a ver la basura por todos lados que no les incomoda esta situación. Esto confrontó a los estudiantes, al ver su barrio con tantas problemáticas ambientales y las contradicciones que se dan pues hay letreros que prohíben botar basura y sin embargo la comunidad las deposita allí sin ningún tipo de control.

Figura 5. Fotos del Barrio



Fuente: Autora

En cuanto al *Explorar* se observaron una serie de videos de la problemática actual del relleno, con testimonios de los habitantes del sector y de otros niños que cuentan su experiencia, los estudiantes quedaron asombrados pues a pesar de que ven todos los días el relleno sanitario desde la institución, y se encuentra ubicado dentro de la localidad, desconocen a fondo toda la problemática, ambiental, social y económica que padecen sus habitantes. En un segundo momento se muestra el contraste de una ciudad en un país europeo que recicla el 99% de sus residuos y esta comparación permitió realizar un debate del porque en otros lugares si es posible desarrollar un adecuado manejo de los residuos y los bogotanos no lo hacen. Manifestaron falta de cultura ciudadana, egoísmo, pereza y la mala convivencia que hacen que esta situación persista en la ciudad.



Estas dos primeiras actividades les permitiu a los estudiantes conocer y describir los problemas ambientales de su localidad; cómo estos impactan en la salud y la sociedad. Posteriormente en el *explicar* se observó el video del hombre que acumulo sus residuos por un mes y se les pidió que hicieran un ejercicio similar pero contando las bolsas de basura que producían en un determinado tiempo. El resultado fue interesante, pues elaboraron diferentes tablas de datos que luego se socializaron, reconocieron que son consumidores y productores de una gran cantidad de desechos, se hizo énfasis en el consumo responsable pues el proceso de biodegradación de todos estos residuos depende de su composición.

En el *explorar* tuvieron la oportunidad de interactuar con residuos orgánicos y su proceso de descomposición en un lombricultivo ubicado en un aula ambiental que hay en la institución, lo cual permitió consolidar conceptos relacionados con el tema y entender la importancia de la separación de los residuos sólidos para su reutilización.

La actividad de *elaborar* fue muy motivante para los estudiantes ya que utilizaron sus celulares y aplicaron sus destrezas en tecnología, para realizar videos de las entrevistas a miembros de su familia o comunidad. Este ejercicio fue enriquecedor, pues se socializaron a todo el salón demostrando sus habilidades comunicativas, como agentes multiplicadores de la información, tuvieron la oportunidad de reconocer su territorio, formular preguntas y posibles soluciones sobre los problemas que genera el relleno sanitario de doña Juana. Esta actividad llevó a los estudiantes fuera del salón de clase y los enfrentó con su contexto permitiendo un aprendizaje para ellos y su comunidad.

En el *extender* y el *evaluar* los estudiantes demostraron los conocimientos adquiridos sobre el tema de los residuos sólidos y su impacto a nivel local, distrital y mundial pues todas nuestras acciones dejan huella, utilizaron su creatividad y trabajo en equipo en la elaboración de las actividades propuestas y se evidencio un mayor sentido de pertenencia por su localidad.

Abordar las relaciones entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente desde la educación implica reconocer su complejidad, su contenido interdisciplinar y su carácter innovador puesto que tradicionalmente no se han incluido en el currículo escolar. En este sentido las SEA se constituyen en una estrategia didáctica que propicia la construcción social del conocimiento por los estudiantes, a partir de problemas y situaciones del contexto como la que se aborda en esta investigación con respecto a la disposición de los residuos sólidos en un relleno sanitario, en la medida que involucra conocimientos científicos y tecnológicos, aspectos sociales e impactos ambientales en las comunidades.

Este proyecto se vincula a una línea de investigación desarrollada en torno a la naturaleza de la ciencia y la tecnología que pretende producir conocimiento sobre la eficacia de diferentes métodos de enseñanza en el aula para alfabetizar científica y tecnológicamente a la ciudadanía (Vásquez & otros, 2013).

En el marco de los objetivos propuestos en el proyecto CyTPENCRI, en esta investigación se diseña, aplica y evalúa una nueva SEA de naturaleza de ciencia y tecnología (NdCyT), que involucra el PC explícitamente como un objetivo central. Además diseña pruebas específicas de pre- test y pos- test para evaluar el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en resolución de problemas y toma de decisiones basadas en el test de Halpern a partir de situaciones cotidianas.



Reflexión sobre la aplicación de la SEA

El desarrollo de las dos matrices Re-Co y Rex-PyD recogen de manera complementaria las representaciones del CDC explicitado por la docente a partir de la reflexión generada sobre la aplicación de la SEA "Doña Juana y yo". El concepto central de naturaleza de ciencia y tecnología que desarrolla la SEA según la docente es: *la educación ambiental debe basarse en el conocimiento reflexivo y crítico de su realidad* y las ideas relevantes de acuerdo con el concepto anterior declaradas por la docente son tres:

Idea A. Necesidad de reconocer las complejas relaciones de los individuos con su entorno natural, social, político y cultural

Idea B. Articulación de los conocimientos científicos y tecnológicos con los sociales y ambientales

Idea C. Potenciar habilidades para pensar de forma crítica y creativa

A continuación se presenta el desarrollo de las Ideas A y B (Ver Tabla 1)

Tabla 1. Desarrollo Ideas A y B Matriz Re-Co

CUESTIONES SEA	Idea A. Necesidad de reconocer las complejas relaciones de los individuos con su entorno natural, social, político y cultural	Idea B. Articulación de los conocimientos científicos y tecnológicos con los sociales y ambientales
OBJETIVO ¿Qué me propongo que aprendan mis estudiantes acerca de cada idea?	El estudiante deberá ser capaz de reconocer los recursos naturales que están en su entorno	Los estudiantes comprenderán las problemáticas ambientales que se presentan en su entorno.
MOTIVACIÓN ¿Por qué es importante que los estudiantes aprendan cada idea?	Es importante pues desconocen la gran diversidad de recursos naturales existen en su entorno	A pesar de estar tan cerca del relleno sanitario de Doña Juana se acostumbraron a vivir con él desconociendo las problemáticas de los habitantes aledaños.
ELICITACIÓN Ideas previas de los estudiantes que influyen en mi enseñanza de cada idea.	La educación ambiental se entiende como cuidado del medio ambiente árboles y agua	Los estudiantes no ven problemas mientras no los afecte a ellos directamente



EXPLORACIÓN Dificultades y limitaciones en la enseñanza de cada idea.	Durante años se educado con una idea sesgada del medio ambiente y de la educación ambiental, incluso el currículo se encuentra dispuesto para enseñar de esa manera y los docentes siguen replicando solo temas y contenidos.	Existe una mentalidad de individualismo que impide ver que todos hacemos parte de los problemas ambientales y que nos afectan a todos.
ELABORACIÓN Otros factores que influyen en la enseñanza de cada idea.	La influencia permanente de los medios de comunicación, en la cual solo se muestra una parte de lo que es educación ambiental	Desconocimiento de las situaciones y problemáticas que se presentan en su entorno.
EXPLICACIÓN Procedimiento(s) de enseñanza y razones concretas para su uso.	Previo al desarrollo de la secuencia didáctica se hizo un ejercicio de cartografía social para ampliar conocimiento de los estudiantes frente a los recursos naturales y el territorio	Desplazamiento hasta la comunidad aledaña al relleno sanitario por seguridad y distancia solo me acompañó una estudiante con sus padres de familia para realizar un ejercicio de entrevistas con la comunidad que posteriormente se mostraron en clase y así de primera mano conocer las problemáticas del sector lo cual aclaro dudas en los jóvenes y se mostraron más interesados por la situación.
EVALUACIÓN Formas específicas de evaluar la comprensión / confusión / progreso de los estudiantes en cada idea.	Los estudiantes presentan un mayor grado de argumentación frente a las preguntas que se les hacen durante la secuencia de aprendizaje y que posteriormente se evidenciaron en el pos test	Al conocer de forma cercana las problemáticas los estudiantes pudieron comprender la importancia del medio ambiente para nuestro bienestar y que son parte del problema pero también pueden aportar en la solución de los mismos.



EXTENSIÓN ¿Qué más debería saber el profesorado acerca de cada idea (aunque no tenga la intención de enseñarlo a los estudiantes)?	Conocer los recursos propios de cada uno de los sectores donde se trabaja pues la información que se da en clase estará sesgada y no corresponderá a la realidad y el contexto de la institución.	Hacer partícipe del proceso de educación ambiental no solo a los estudiantes sino también a sus familias para que de esta forma todos conozcan las problemáticas del sector y propongan posibles soluciones.
INNOVACIÓN ¿Qué más se podría enseñar acerca de cada idea?	Las diferentes concepciones acerca del medio ambiente incluyendo los saberes ancestrales.	El medio ambiente no es solamente un conjunto de problemas por resolver sino que es también un medio de vida con respecto al cual uno puede desarrollar un sentido de pertenencia

En la Rex-PyD la docente valora la aplicación de la SEA ya que mejora los procesos de enseñanza – aprendizaje no solo del tema trabajado sino de cualquier tema y área del conocimiento motivando a los estudiantes, generando en ellos la creatividad y participación, pues durante la secuencia siempre se mantuvieron a la expectativa de las actividades que se iban a desarrollar. Muestra además, como la secuencia de enseñanza aprendizaje de las 7E permitió abordar de forma completa el problema de investigación sobre el relleno sanitario de Doña Juana y las habilidades de pensamiento crítico que se querían desarrollar. (Ver Tabla 2)

Tabla 2. Repertorio de Experiencia Profesional y Didáctica -Rex-PyD

Guía orientativa	Evidencias / pruebas
Observación/anotación: Para la implementación de las secuencias de aprendizaje en la cotidianidad de las clases se requiere de tiempo y planificación para lograr los objetivos esperados.	Lo anterior debido a que cada una de las actividades propuestas debe tener una secuencia organizada y coherente y los tiempos de planificación de las actividades son insuficientes para el quehacer diario en las instituciones.
Comentario/reflexión: La secuencia de enseñanza aprendizaje de las 7E permite abordar de forma completa un determinado tema o problema de investigación.	La aplicación de la SEA demostró que este tipo de herramientas mejora los procesos de enseñanza – aprendizaje no solo de las ciencias naturales sino de cualquier área del conocimiento motivando a los estudiantes, generando en ellos la creatividad y participación activa en su desarrollo.



Valoración: La valoración final que se puede hacer de la aplicación es alta debido a los cambios que se evidencian en las respuestas del pre test y pos test presentados por los estudiantes.	El pre test y el post test después de la secuencia demuestra que hay un cambio importante en los resultados en cuanto a las habilidades de pensamiento crítico que se estaban evaluando
Conclusión: Para que los resultados obtenidos se mantengan e incluso sean cada vez mejores se requiere de continuidad y de una evaluación permanente con el fin de realizar las mejoras necesarias de la secuencia de aprendizaje.	Se pueden planificar las secuencias de actividades para los diversos problemas en el aula y así potenciar las diferentes competencias y habilidades, pues la secuencia realizada solo utilizó dos habilidades de pensamiento crítico y es necesario continuar con el proceso, para obtener mejores resultados.
¿Qué recomendaciones haría a otro colega que quiera aplicar esta misma SEA/UD? La secuencia debe adaptarse al contexto por eso cada docente toma los elementos principales y de acuerdo con las necesidades de la institución realiza los cambios pertinentes.	Cada actividad planeada debe estar contextualizada por eso es importante analizar la secuencia de acuerdo a las necesidades de cada institución antes de su aplicación.
Otros Las secuencias son una buena herramienta de trabajo en el aula sin embargo se requiere que todos los docentes estén empleando una estrategia similar para obtener unos mejores resultados.	Los resultados demuestran que se pueden desarrollar competencias y habilidades sin embargo la organización curricular de las diferentes áreas debe propiciar este tipo de estrategias.

Este repertorio muestra la importancia de la experiencia formativa vivida por la docente al aplicar la SEA, y el impacto generado en los estudiantes con las actividades propuestas, el reconocimiento de las problemáticas ambientales de su entorno y la importancia de identificarlas y trabajar colaborativamente en su solución.

Conclusiones

La evaluación del conocimiento didáctico del contenido, con base en las matrices elaboradas por la docente sobre la aplicación de la SEA "Doña Juana y yo", en un proceso de educación ambiental, enriquece su responsabilidad y compromiso con la reflexión sobre su acción docente y la importancia de innovar para favorecer el aprendizaje de la ciencia y la tecnología, su impacto en el mundo actual y su relación con la sociedad.



En el desarrollo de la secuencia didáctica "Doña Juana y Yo" se plantean una serie de actividades relacionadas con los problemas ambientales producidos por los desechos sólidos y en particular los ocasionados por el relleno sanitario de Doña Juana. Los estudiantes conocen el territorio ambiental de la localidad donde se encuentra el relleno y cuando se enfrentan con una serie de preguntas a los habitantes del sector, evidencian de forma cercana las problemáticas y entienden que son parte de su contexto y no solo un tema o contenido de la clase.

La evaluación de las habilidades de resolución de problemas y toma de decisiones, muestra que los estudiantes presentan un mayor grado de argumentación frente a las preguntas que se les hacen durante la secuencia de aprendizaje y que posteriormente se evidenciaron en el pos-test. Los problemas planteados en el pre-test, hacían referencia a situaciones cotidianas de disposición de residuos por la comunidad, los cuales al principio no fueron entendidos por los jóvenes, pero después de la aplicación de la SEA se evidencia en el pos-test un mayor número de estudiantes que comprenden los mismos y proponen diferentes alternativas de solución. Lo anterior, puede considerarse una evidencia de los avances logrados en el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes a través de la SEA y las actividades que los confrontaron con su realidad cotidiana.

La participación colaborativa de los docentes en proyectos internacionales como CyTPENCRI, estimula su formación y desarrollo profesional a través de la investigación y reflexión sobre sus prácticas docentes.

Referencias

- Burton, William y otros. (1965). *Hacia un pensamiento eficaz*. Buenos Aires: Ediciones Troquel
- Callejas, M.M., Mendoza, E. A., & Porras, Y. A. (2012). Unidades Didácticas para aprender sobre la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología en Educación Básica (Proyecto EANCYT). *Anais Do II Seminário Hispano Brasileiro - CTS*, 116–128. Recuperado de: <http://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/viewFile/380/318>
- Halpern *Critical Thinking Assessment, Manual*. (2016). SCHUHFRIED GmbH
- Facione, Peter. (2007) *Pensamiento crítico. ¿Qué es y porque es importante?* California: Editorial Insight Assessment.Foundation for Critical Thinking
- Loughran, J., Berry, A., & Mulhall, P. (2012). *Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*. Rotterdam: Sense Publishers
- Marques Vieira, R., Tenreiro-Vieira, C. & Martins, I. (2011). Critical thinking: Conceptual clarification and its importance in science education. *Science Education International*, Vol.22, No.1, March, p. 43-54
- República de Colombia (2002). Política Nacional de Educación Ambiental. Bogotá: Ministerio de Medio Ambiente-Ministerio de Educación Nacional.
- Saiz, C. y Rivas, S. (2008). *Una Propuesta para diferenciar formas de pensar*. Ergo, Nueva Época
- Shulman, L. (2005). Conocimiento y enseñanza: Fundamentos de la nueva reforma. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2):1-31 Recuperado de: <http://www.ugr.es/local/recfpro/Rev92ART1.pdf>



- Tenreiro- Vieira, C.& Vieira, R.M. (2000). Promover o Pensamento Crítico dos Alunos, Porto Editora.
- Ul Khalil Shaheen, M. N., Jumani, N. B., & Kayani, M. M. (2015). Improving Students' Achievement in Biology using 7E Instructional Model: An Experimental Study. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 6(4), 471–481. <http://doi.org/10.5901/mjss.2015.v6n4s3p471>
- Vázquez, Á., & Rodríguez, A. (2014). Formación del profesorado en Naturaleza de la Ciencia mediante Investigación-Acción. *Revista Praxis & Saber*, 5(9), 165-188
- Vázquez, A., Manassero, M. A., & Bennássar, A. (Comp.) (2013). Secuencias de Enseñanza –Aprendizaje sobre la Naturaleza de la Ciencia y Tecnología. Edición en CD-ROM: Palma de Mallorca
- Zohar, A. (2006). El pensamiento de orden superior en las clases de ciencias: objetivos, medios y resultados de investigación. *Revista Enseñanza de las ciencias*, 24(2), p.157–172