



**APRENDIZAJE DE COMPETENCIAS EN PENSAMIENTO
SISTÉMICO Y CRÍTICO DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA
AMBIENTAL A PARTIR DE LA APLICACIÓN DE UNA ESTRATEGIA
DE FORMACIÓN EN EDUCACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD**

*LEARNING SKILLS IN SYSTEMIC AND CRITICAL THINKING OF
ENVIRONMENTAL ENGINEERING STUDENTS BASED ON THE
APPLICATION OF A TRAINING STRATEGY IN EDUCATION FOR
SUSTAINABILITY*

*APRENDIZAGEM DE COMPETÊNCIAS DE PENSAMENTO
SISTÊMICO E CRÍTICO DE ESTUDANTES DE ENGENHARIA
AMBIENTAL A PARTIR DA APLICAÇÃO DE UMA ESTRATÉGIA DE
FORMAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE*

Maria Claudia Marcela Caicedo Jiménez¹

Resumem:

La presente investigación permite valorar la inclusión del aprendizaje de competencias en pensamiento sistémico y crítico de un grupo de estudiantes de Ingeniería Ambiental que cursaron la asignatura de Educación Ambiental. Esta investigación tiene soporte metodológico en la descripción de los sucesos y en un análisis participativo de los estudiantes. Para tal fin se plantean tres fases de desarrollo, la primera encaminada a identificar a los estudiantes, caso de estudio y determinar conceptualmente los aportes al conocimiento, la segunda desarrolla el diseño y la aplicación de la estrategia pedagógica y didáctica para la consecución del objetivo trazado en relación a las competencias de pensamiento sistémico y crítico y la tercera, el análisis de la aplicación de dichas estrategias, como consecuencia del trabajo realizado dentro y fuera del aula. En este documento se podrá encontrar el proceso de aprendizaje de los estudiantes de educación ambiental bajo la mirada del pensamiento crítico y sistémico y además la consecución de didácticas eficientes para alcanzar dichas competencias, valorando las emociones, el respeto, la responsabilidad y el compromiso por la sostenibilidad en general.

Palabras clave: pensamiento sistémico; análisis crítico; educación para la sostenibilidad.

¹ Mestre em Educação Ambiental. Universidade de Ciências Aplicadas e Ambientais, Bogotá/Colômbia. E-mail: cmarce65@gmail.com.

Abstract:

The present investigation that allows to evaluate the inclusion of the learning of competences in systemic and critical thinking of a group of Environmental Engineering students who studied the subject of Environmental Education. This research has methodological support in the description of the events and in a participatory analysis of the students. For a purpose there are three phases of development, the first aimed at identifying students, case studies and conceptually determining the contributions to knowledge. The second develops the design and application of the pedagogical and didactic strategy to achieve the objective set in relation to the competences of systemic and critical thinking and the third analysis of the application of these strategies, as a result of the work done inside and outside the classroom. In this document, you can find the learning process of environmental education students under the eyes of critical and systemic thinking and the achievement of efficient teaching to achieve these skills, valuing emotions, respect, responsibility and commitment to sustainability in general.

Keywords: systemic thinking; critical analysis; education for sustainability.

Resumo

Esta pesquisa permite avaliar a inserção da aprendizagem de competências no pensamento sistémico e crítico de um grupo de estudantes de Engenharia Ambiental que cursaram a disciplina de Educação Ambiental. Esta pesquisa tem suporte metodológico na descrição dos eventos e na análise participativa dos alunos. Foram propostas três fases de desenvolvimento, a primeira visando a identificação dos alunos, um estudo de caso e a determinação conceitual das contribuições para o conhecimento, a segunda desenvolvendo a concepção e aplicação da estratégia pedagógica e didática para atingir o objetivo definido, a terceira foi a análise da aplicação dessas estratégias, em decorrência do trabalho realizado dentro e fora da sala de aula. Neste documento é possível encontrar o processo de aprendizagem de alunos de educação ambiental sob o olhar do pensamento crítico e sistémico e também a realização de didáticas eficientes para o alcance dessas competências, valorizando as emoções, o respeito, a responsabilidade e o compromisso com sustentabilidade em geral.

Palavras-chave: pensamento sistémico; análise crítica; educação para a sustentabilidade.

Introducción

El proceso formativo basado en un sistema educativo constructivista con antecedentes tradicionales y con un panorama estático, ha contribuido a que los estudiantes universitarios focalicen sus esfuerzos de aprendizaje en las especialidades de su disciplina, desde el enfoque técnico como es el caso de los ingenieros. Sin embargo, a la hora de promover las competencias particulares y conforme a las necesidades del sector ocupacional, se han notado diferentes inconsistencias en términos de capacidades, actitudes y habilidades, las cuales, quizás no han sido promovidas, fortalecidas y potencializadas desde el aula (Dorys, 2015).

Lo anterior denota la necesidad latente de cumplir con las expectativas de los sectores productivos y además de la formación instrumental, matemática, procedimental, lógica y sistemática en la que el ingeniero pueda aportar soluciones de innovación tecnológica basada en buenas prácticas y encaminadas a rescatar la humanidad de los procesos. Por medio de la construcción de capacidades y habilidades a partir del ser, el saber hacer, donde la praxis constituya un compromiso social, ético y además refiera el pensamiento sistémico y crítico. Para las empresas, definitivamente no es viable únicamente gestionar procesos, el interés en el quehacer diario direccionado a la sostenibilidad son las demandas actuales para empoderamiento de las empresas y las proyecciones competitivas de los diferentes sectores productivos (Panaia, 2012).

Es por esto, que empezar a vincular a los estudiantes universitarios en el aprendizaje significativo, participativo y activo, requiere de establecer mecanismos que desarrollen y potencialicen las competencias requeridas en el sector productivo. Las competencias planteadas para la sostenibilidad tienen dicho enfoque, es decir que están encaminadas a vincular una mirada holística de responsabilidad ambiental, ética y social en el ejercicio de las diferentes profesiones, fortaleciendo las capacidades y actitudes de los futuros profesionales, quienes serán responsables de tomar las decisiones individuales y colectivas que contribuyan con el mejoramiento de la situación ambiental actual del mundo.

Por lo anterior, se hace necesario vincular a las universidades colombianas a establecer mecanismos de inclusión desde el currículo, las competencias para la sostenibilidad, estrategias de educación que se enfoquen en la transformación de la realidad ambiental desde las diferentes disciplinas y le apunten a la conformación de sociedades con integridad ambiental y viabilidad económica tanto para las generaciones actuales y futuras.

Pensando en dicha necesidad, en el presente trabajo se plantea un caso e estudio que permita determinar la vinculación de las competencias planteadas por Rieckmann (2017), con un enfoque de sostenibilidad, en la asignatura Educación

Ambiental dirigida a estudiantes del programa de Ingeniería Ambiental de una universidad ubicada en la ciudad de Bogotá.

En este contexto se identifica la necesidad de vincular desde el aula y de manera transversal la dimensión ambiental basada en la sostenibilidad, siendo un aporte significativo para la formación de los profesionales que dirigirán la economía de los países en un futuro muy cercano, planteando como pregunta de investigación: ¿Cómo potencializar el pensamiento sistémico y crítico de los estudiantes de ingeniería ambiental, a través de la formación de competencias en educación para la sostenibilidad?

De igual manera, este artículo refleja la investigación realizada a partir del planteamiento anterior, que estableció como objetivos la valoración de los resultados de aprendizaje de competencias en pensamiento sistémico y crítico de estudiantes de Ingeniería Ambiental en la asignatura de Educación Ambiental, a partir de la aplicación de una estrategia de formación en educación para la sostenibilidad, teniendo como base la determinación del manejo conceptual de los estudiantes al inicio de la asignatura, frente a estas competencias y posteriormente el diseño y su implementación, potencializando los mecanismos de participación, resolución de problemas basados en un análisis crítico y la apropiación de los estudiantes de la estrategia planteada.

Metodología

El tipo de investigación que se escogió es el estudio de caso el cual como lo menciona Stake, (1999) es el estudio de la particularidad y de la complejidad de un caso singular, para llegar a comprender su actividad en circunstancias importantes. Por medio de un estudio descriptivo que se caracteriza en seleccionar cuestiones, conceptos o variables que son medidas de forma cualitativa con el fin de describirlas para especificar las propiedades importantes del grupo de estudio que permiten analizar y evaluar en un periodo de tiempo procesos educativos.

Fases para el desarrollo de las estrategias educativas para la sostenibilidad.

- Fase I: Selección y caracterización de la muestra, determinación conceptual.
- Fase II: Diseño y aplicación de las estrategias pedagógicas y didácticas.
- Fase III: Análisis de aplicación de las estrategias pedagógicas y didácticas.

Fase I. Selección y caracterización de la muestra, determinación conceptual.

Para la selección de la población se determina indispensable hacer parte de la asignatura de Educación Ambiental contemplada en el plan de estudios de la carrera Ingeniería Ambiental de una universidad de la ciudad de Bogotá.

La accesibilidad a la universidad y a la asignatura se determinó por la participación contractual de la autora del presente trabajo. Para los procesos de enseñanza – aprendizaje y basados en los lineamientos propuestos en la Agenda 2030 de 2015 acerca de la educación de calidad, encontrar programas universitarios que tengan el componente de educación ambiental dentro del currículo y el perfil profesional, permite vislumbrar el interés de fortalecer competencias de sostenibilidad, por lo cual resulta interesante escoger esta población en específico.

Fase II. Diseño y aplicación de las estrategias pedagógicas y didácticas.

Estrategias técnicas. Las técnicas a usar para la investigación tuvieron un enfoque cualitativo, con el fin de integrar la descripción analítica de los diferentes sucesos, para tener un mayor campo de análisis y a su vez diferentes perspectivas del grupo seleccionado, para ello se implementan las siguientes técnicas:

- **Entrevistas:** Las entrevistas se realizaron a personas clave del grupo seleccionado, siendo semiestructurada, en la cual se tienen preguntas base, relacionadas a conceptos del ambiente y a mecanismos educativos con diferentes poblaciones; el desarrollo de la entrevista como lo explica López, R & Deslauriers, J (2011) se hace de forma natural, en el que la conversación entre el entrevistador y el entrevistado no está dentro de una estructura, si no que da vía libre, para abarcar diferentes contextos en el que el entrevistado indirectamente da los datos necesarios para la investigación. Después de conformar los equipos de trabajo, se escogerá un líder, el cual, de manera personal e informal se entrevistará con la profesora, abarcando únicamente el tema de interés de la asignatura. De igual manera, los estudiantes deberán escoger el monitor de la clase, que, de la misma forma participará de dicha entrevista.
- **Lluvia de ideas:** Con el fin de fomentar la participación del grupo seleccionado, se plantean actividades individuales y grupales en donde la generación de ideas como lo menciona Alex Osborne (1941) es fundamental para la producción de propuestas creativas que aporten a la mitigación de problemáticas ambientales que se presentan a nivel nacional, regional y local; además, con el fin de afianzar procesos interactivos en que se produzca una red de ideas que vayan encaminadas a un objetivo en común, llegando a diferentes comunidades que adopten el cambio de hábitos, basado en el pensamiento crítico y propositivo.
Para desarrollar esta técnica, se diseñan 3 momentos durante el desarrollo de la asignatura, que involucran tres temas principales: el concepto de ambiente, las expectativas de la educación ambiental desde el área de formación y la sostenibilidad inmersa en la resolución de problemas ingenieriles. La metodología se basa en la indagación

directa hacia los estudiantes sobre lo que piensan de dichos conceptos o ideas; se emplea el círculo de trabajo y la recopilación en el tablero de lo dialogado. Entre todos se construyen los conceptos y se hace la diferencia entre lo que se cree y lo que realmente es.

- **Juego de roles:** Una de las estrategias de aprendizaje que se utiliza, es el juego de roles, en el que los estudiantes asumen y caracterizan roles que están basados en situaciones reales, propias del ambiente académico y profesional; de esta forma se propone en el aula, una realidad paralela en la que los estudiantes deben ajustarse a reglas determinadas, teniendo la posibilidad de actuar y tomar decisiones dentro de un contexto explícito basados en Grande de Prado, M & Abella, V. (2010).
- **Reflexión pedagógica:** A partir del desarrollo de las técnicas y las diferentes actividades propuestas, se realiza un seguimiento de los procesos y metodologías que permitan analizar y generar reflexión de lo encontrado al inicio, durante y al final del ejercicio pedagógico y la propuesta de sostenibilidad.
La reflexión pedagógica realizada periódicamente y durante toda la experiencia investigativa, permite el análisis de los resultados obtenidos y la construcción oportuna de estrategias que ayuden a cumplir los objetivos de enseñanza - aprendizaje planteados y la construcción colectiva de nuevas metas, encaminadas a evidenciar la mejora en la concepción de los estudiantes acerca de la importancia de la educación ambiental a partir de la formación como ingenieros.

Instrumentos: Para el desarrollo de la presente propuesta se aplicaron instrumentos para la recolección de datos, los cuales permitieron obtener información cualitativa, que hace parte de la evidencia de la situación actual, los avances y los resultados obtenidos del proceso enseñanza – aprendizaje, en la muestra intencionada, objeto del presente proyecto.

- **Pre-test y post-test:** Son los instrumentos utilizados en esta investigación, para la obtención de datos que permitió compara los resultados al final del estudio de caso, ya que dio evidencia del avance y efectividad de las técnicas utilizadas con el grupo, enfocado en el objetivo principal de la educación para la sostenibilidad, siendo una forma de valorar lo que conocen los estudiantes acerca de los temas planteados en la asignatura, lo que aprendieron y lo que retienen después de la ejecución de las estrategias propuestas.
- **Lineamientos del juego de roles:** Para el desarrollo del juego de roles se elaboró una rúbrica, en la que se encuentra todo el diseño planteado por el docente para que se lleve a cabo bajo las reglas dispuestas; para ello se tuvieron en cuenta los siguientes pasos:

Contextualizar el juego, Organización de la clase para el juego, Desarrollo del juego y Cierre del juego.

- **Proyecto de aula:** En aras de que se los estudiantes desarrollaran un producto en el que aplicaran lo visto en el aula y además tuvieran una experiencia en campo, se estructuró el proyecto de aula como un instrumento experimental adaptado de Rodríguez-Sandoval, E., & Cortés-Rodríguez, M. (2010) que le permitió al estudiante afianzar los conceptos, ideas y posturas vistas en clase y fortalecidas a partir de las estrategias de educación para la sostenibilidad.

Para tal fin se establecieron los pasos para organizar el trabajo de los estudiantes y concretar el proyecto de aula:

1. Selección del grupo de trabajo (de 3 a 5 estudiantes por grupo)
2. Selección de la comunidad a trabajar.
3. Elección de una situación problema (mecanismo de selección a partir de lluvia de ideas, reconocimiento físico o la que el estudiante escoja)
4. Plantear los objetivos de la intervención con la comunidad (¿qué quieren enseñar? ¿Qué necesita aprender la comunidad?)
5. Determinar las estrategias comunicativas y didácticas para la intervención con la comunidad (¿cómo van a enseñar y promover la educación para la sostenibilidad?)
6. Aplicación in situ.
7. Presentación de la experiencia, la cual se realizó por medio de un documental.

Fase III. Análisis de la apropiación en las competencias.

- **Triangulación:** Según Stake, R (1999) la triangulación de los datos se realiza con el propósito de dar una lógica a los datos, en la que la medición tenga validez y rigurosidad demostrables para la interpretación de los mismos y llevarlos a un contexto plantado en la investigación; el contraste de la información se hace de fuentes directas o primarias obtenidas de las técnicas y de los instrumentos utilizados, pues presentan en tiempo y espacio a los actores principales del estudio de caso.

Figura 1. Triangulación de la información



Fuente: el autor

La investigación planteó tres objetivos, los cuales se correlacionan con la metodología desarrollada y las técnicas e instrumentos planteados.

Tabla 1. Relación entre objetivos, metodología planeada.

Objetivo específico	Metodología	Técnica y/o instrumento
Determinar el manejo conceptual de los estudiantes al inicio de la asignatura, frente a las competencias de pensamiento sistémico y crítico, enmarcados en la educación para la sostenibilidad.	Fase Selección y caracterización de la muestra, determinación conceptual	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista • Pre-test
Diseñar e implementar las estrategias pedagógicas y didácticas que orienten el proceso de enseñanza en los estudiantes de la asignatura Educación Ambiental en el marco de la educación para la sostenibilidad.	Fase diseño y aplicación de las estrategias pedagógicas y didácticas.	<ul style="list-style-type: none"> • Lluvia de ideas • Juego de roles • Proyecto de aula
Analizar el nivel de apropiación de los estudiantes en las competencias de pensamiento sistémico y crítico al finalizar la aplicación de las estrategias pedagógicas y didácticas.	Fase Análisis de aplicación de las estrategias pedagógicas y didácticas.	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista • Post-test • Proyecto de aula • Reflexión pedagógica

Fuente: el Autor

Resultados

Fase I. Selección y caracterización de la muestra, determinación conceptual.

Durante la primera semana de clase se realizó la elección del grupo 3CM, el cual es denominado como muestra intencionada, integrado por 35 estudiantes. Una vez escogido el grupo se realizó una caracterización, mediante un formato, el cual fue diligenciado por todos los estudiantes.

Figura 2. Organización de la muestra intencionada



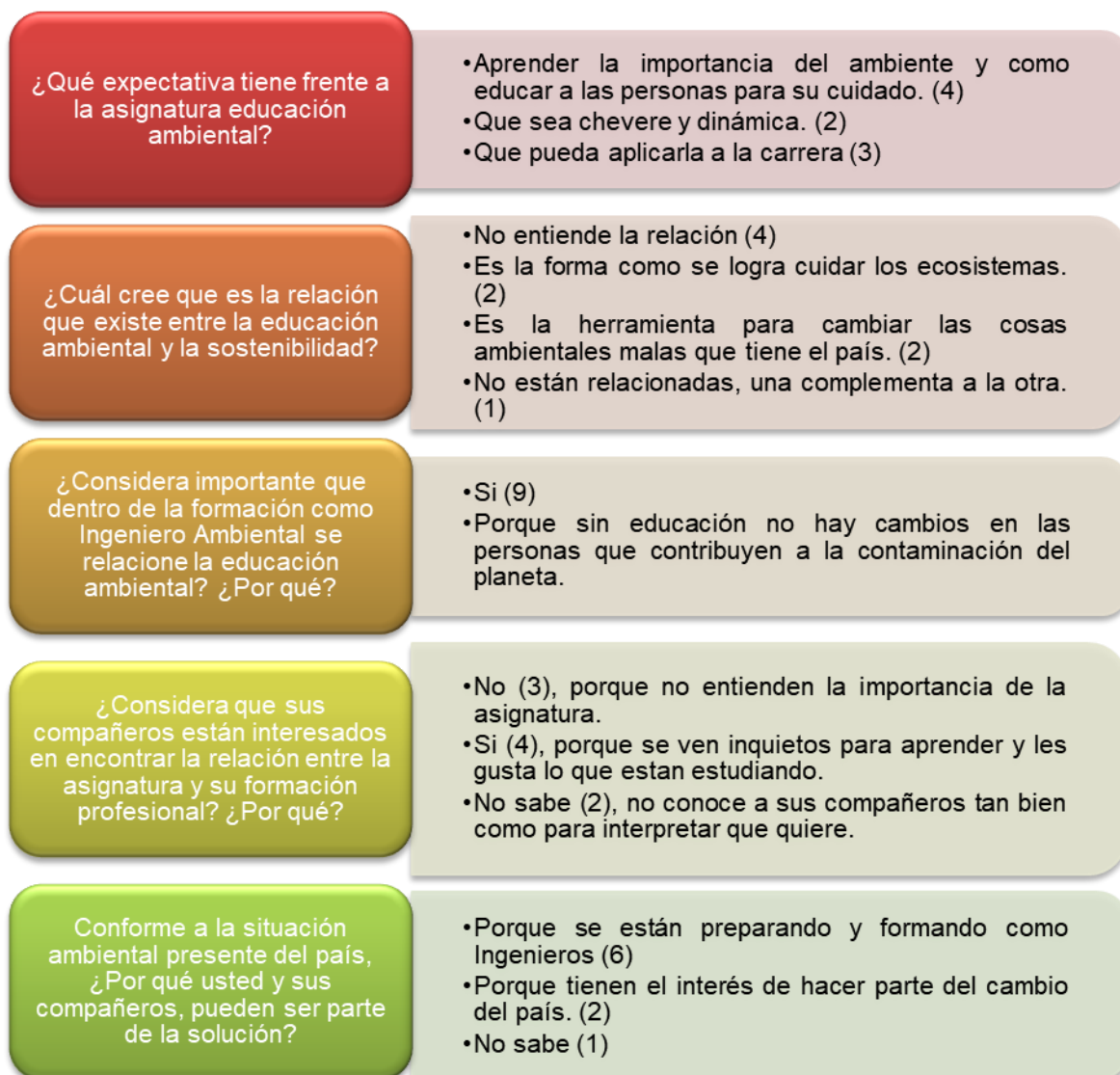
Fuente: el Autor

Obteniendo datos fundamentales para el conocimiento de los actores principales en la estrategia, y que posteriormente intervinieron en la toma de decisiones y en el cambio de los hábitos y costumbres de los estudiantes.

Fase II. Diseño y aplicación de las estrategias pedagógicas y didácticas.

Entrevista: Se realizaron 9 entrevistas, a los líderes de cada grupo y al monitor de la clase, como estrategia principal para identificar las ideas previas de los estudiantes, obteniendo los siguientes resultados:

Figura 3. Resultados de la entrevista a líderes de la clase, inicio de semestre



Fuente: el Autor

Al finalizar el semestre y después de haber aplicado la estrategia, se realizó el ejercicio de igual forma, en donde se pudo observar el conocimiento y la percepción que tienen los estudiantes líderes, acerca de la asignatura y su contextualización general, evidenciando en sus respuestas no formales un avance en la interpretación de las ideas y en la apropiación de la educación ambiental relacionada con su labor profesional. Lo anterior, entendiendo el nivel de aprendizaje y considerando la posición semestral de los estudiantes.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el segundo ejercicio de entrevistas al finalizar el semestre académico:

Figura 4. Resultados de la entrevista a líderes de la clase al finalizar el semestre

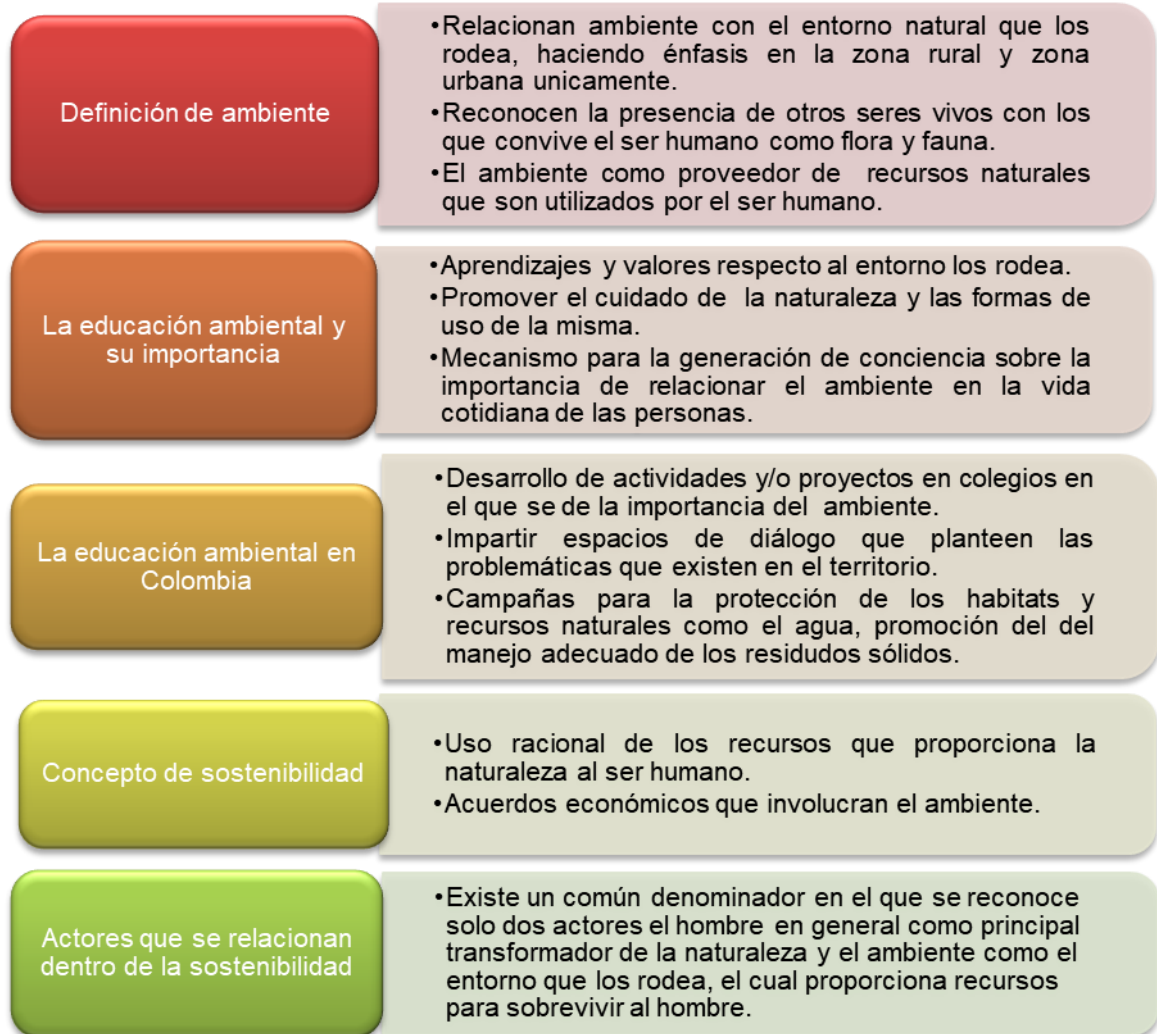


Fuente: el Autor

Pre-test: El pre-test que se realizó estaba compuesto por 5 preguntas abiertas en las cuales se relacionaron los principales temas que se iban a desarrollar a lo largo de la asignatura, para así tener un punto de partida frente a los instrumentos y técnicas que a desarrollar, con el fin de cumplir el objetivo principal, gracias al pre-test se pudo conocer cuáles eran los conocimientos previos que tenían sobre estos temas que son de gran importancia en la actualidad y en la formación del ingeniero ambiental.

Al tener diferentes respuestas en el pre-test se sintetizó la información dada por los estudiantes como se muestra a continuación:

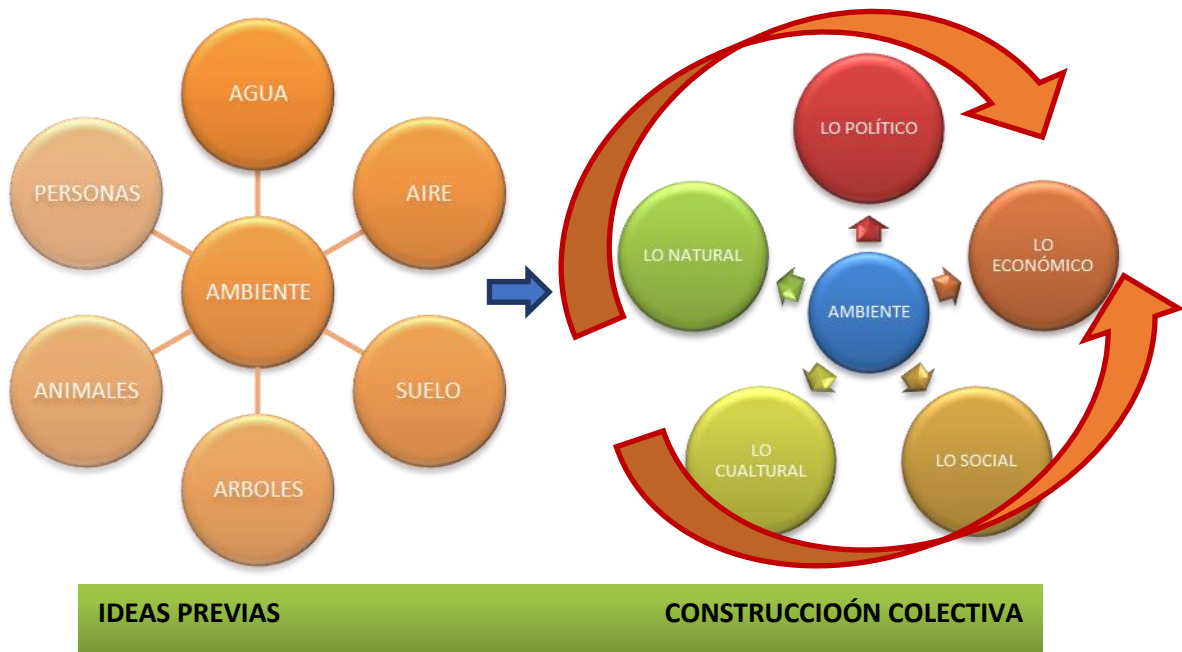
Figura 5. Resultados del pre-test



Fuente: el Autor

Lluvia de ideas: El ejercicio permitió promover en los estudiantes ir más allá de lo que se cree, lo que se sabe, dejando volar la imaginación bajo el punto de vista académico, idealizar, crear y pensar de manera objetiva y critica frente a dicho concepto. El resultado de la actividad permitió construir el concepto de manera grupal bajo las cinco dimensiones del ambiente: lo político, económico, social, cultural y por último lo natural, dejando de ser el centro del saber, los recursos bióticos y empezando a interactuar con los componentes antrópicos.

Figura 5. Comparación de ideas previas y construcción colectiva del concepto ambiente.



Fuente: el Autor

El segundo concepto trabajado bajo la técnica de lluvia de ideas se centralizó en las expectativas de la educación ambiental desde el área de formación, es decir desde la ingeniería ambiental; en este ejercicio los estudiantes orientaron la construcción de ideas relacionadas con enseñar, aprender, direccionar, construir, verificar, evaluar, ambiente (entendido desde las cinco dimensiones ya vistas en clase), colaboración, resolución de problemas ambientales, mitigación de impactos ambientales, gestión ambiental, entre otros.

Figura 6. Síntesis de la organización de los conceptos



Fuente: el Autor

Identificaron como mecanismo de soporte para la labor del ingeniero, la educación ambiental, manifestando la importancia de un acompañamiento sólido en la construcción de soluciones ambientales por parte del saber, del conocimiento y del enseñar, para así poder tener frutos y consolidar en la sociedad, pensamientos razonables y sostenibles.

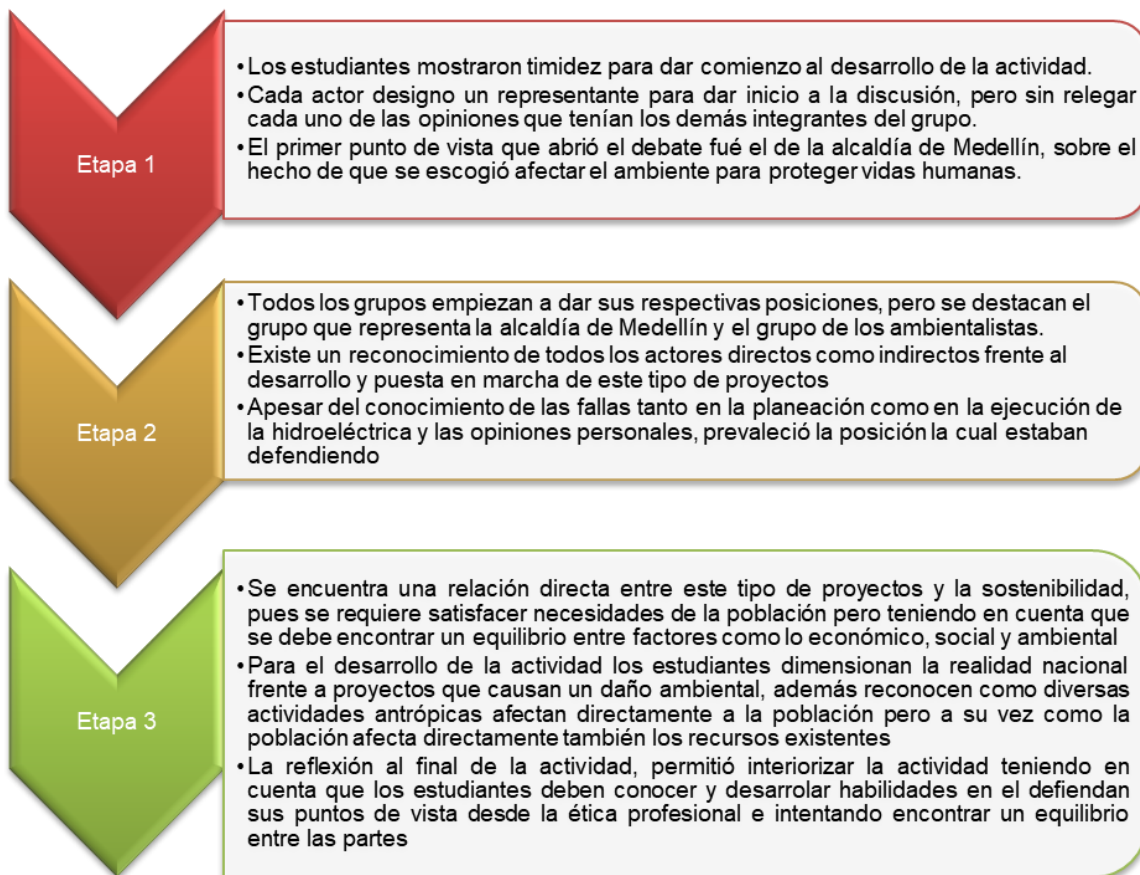
Finalmente se trabajó el concepto de sostenibilidad. La lluvia de ideas fue encaminada a relacionar lo que entendían de sostenibilidad con su vida diaria, plasmando en el tablero acciones como: el uso racional del agua, de la energía, la compra de productos orgánicos, ahorrar recursos naturales y monetarios, equilibrio entre lo que se necesita y lo que se tiene.

Este concepto fue trabajo finalizando el semestre, lo cual permitió ver en los estudiantes plasmar conclusiones sobre el cambio de hábitos, costumbres y actividades que perjudican el equilibrio ambiental, determinando la importancia de adquirir el concepto de sostenibilidad desde un desafío para brindar soluciones y minimizar los impactos ambientales que cada uno generamos, previniendo de manera efectiva los riesgos y daños a los recursos naturales y a la sociedad en general, buscando siempre la armonía entre el hombre y la naturaleza.

Juego de roles: El juego de roles se desarrolló dentro de la muestra intencionada de los 35 estudiantes, escogiendo como problemática a trabajar la situación que vive el país frente al manejo de la hidroeléctrica Hidroituango y los daños ambientales que ha causado sobre el río Cauca. Teniendo como línea base esta temática, los estudiantes se dividieron en 5 grupos respecto a los actores involucrados en la problemática planteada; esto con el fin de simular en el aula una mesa de trabajo de emergencia para proponer soluciones que mitiguen dichos efectos, además de defender cada uno de los intereses y argumentos de los actores dentro del proyecto, interiorizando su función y entrándose en el papel que le correspondió.

La discusión tuvo una duración de aproximadamente una hora con 15 minutos, en la que se tuvieron las siguientes observaciones en las 3 etapas de la actividad:

Figura 7. Etapas de ejecución del juego de roles.



Fuente: el Autor

Proyecto de aula: El desarrollo del proyecto de aula con la muestra seleccionada, se hizo mediante grupos de trabajo que con un máximo de 5 personas, escogieron una comunidad con una problemática ambiental en particular, teniendo en cuenta las necesidades prioritarias que expresaron los integrantes de la comunidad; luego, focalizaron la implementación de la educación ambiental en un objetivo que contribuyó a la sostenibilidad y además dio respuesta pertinente a los ODS planteados en la Agenda 2030, siendo las universidades uno de los principales actores para la producción de proyectos que trabajen con las diferentes comunidades que existen desde la dimensión ambiental.

Durante la ejecución de los proyectos de aula se destacó un grupo en especial, quienes trabajaron con un jardín infantil de la ciudad de Bogotá, en la sala de 5 años, acerca del cuidado y protección del agua. Por medio de la educación ambiental con estrategias de sensibilización y haciendo uso de actividades lúdicas que les permitieron visibilizar la importancia del recurso hídrico en 3 intervenciones realizadas por el grupo de trabajo, con el propósito que replicaran lo aprendido en casa, convirtiéndolos indirectamente en vehículo de transmisión del conocimiento.

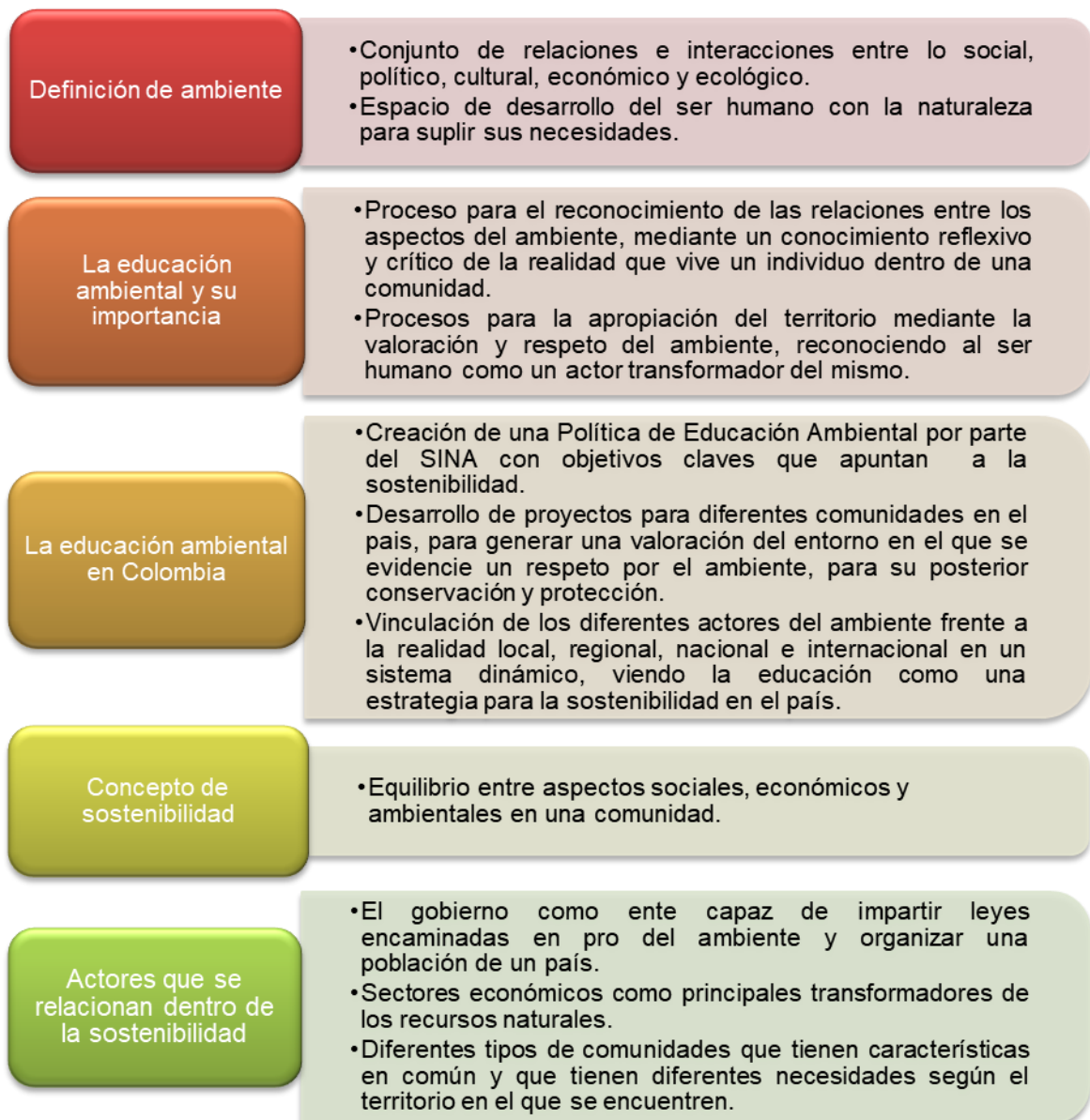
El proyecto en mención, diseñó actividades acordes al nivel de aprendizaje de los niños, le permitieron obtener información de cómo en sus familias hacen el uso del agua y los hábitos respecto a la misma, respondiendo preguntas sencillas. El diseño y ejecución de una línea de trabajo, en la cual se vio reflejada un tema principal con aspectos influenciados sobre el mismo, les permitió a los estudiantes visualizar el avance de los niños frente a la problemática que surge por la falta de sensibilización y empatía frente a diversas situaciones.

Por medio de esta experiencia que se planteó desde el aula, los estudiantes expresaron una reflexión acerca del trabajo con comunidad, el aprendizaje significativo de doble vía como fundamento para crear una postura apropiada y determinante frente a las situaciones del día a día, es decir, que tanto ellos aprendieron cosas como la comunidad que eligieron para su respectivo proyecto y además entendiendo que para enfrentar los retos ambientales de la actualidad y del futuro es necesario que la educación se convierta en el pilar para hacer un cambio significativo en los hábitos, teniendo siempre como dirección la sostenibilidad como lo planten los ODS de la Agenda 2030.

Post-test: El post-test se realizó dos semanas antes a darle cierre al semestre, el cual tuvo las mismas características del pre-test, con el fin de poder contrastar los resultados iniciales con los finales y dar una evidencia del proceso y avance que se dio en los estudiantes frente a la materia de educación ambiental y visualizando la importancia de adquirir competencias en el pensamiento crítico y sistémico en pro de la educación para el desarrollo sostenible.

A continuación, se relacionan los resultados obtenidos al finalizar el ejercicio investigativo:

Figura 8. Resultados del post-test



Fuente: el Autor

Por medio del post test se logró obtener un avance significativo frente a la posición que tiene que los estudiantes sobre el ambiente, la educación ambiental y la sostenibilidad, validando el uso del aprendizaje significativo basado en la realidad del estudiante, para abordar las problemáticas ambientales por las que atraviesa la humanidad en la actualidad. Además de potencializar por medio de técnicas específicas la capacidad de análisis, crítica y reflexión al enfrentar a los estudiantes desde el aula y el trabajo en campo a las necesidades que tienen la comunidad.

Discusiones

Reflexión pedagógica de los resultados de las entrevistas.

Entendiendo el nivel de aprendizaje y considerando la posición semestral de los estudiantes, la participación activa y el compromiso por las actividades tanto de diagnóstico como de fortalecimiento, deja entrever el avance significativo en un pensamiento crítico, con respuesta al cambio de hábitos y comportamientos que potencialicen su aporte como individuos y como profesionales en el área ambiental. Los estudiantes analizaron las respuestas iniciales e hicieron una comparación crítica de lo que al finalizar el curso sabían, entendían y querían transmitir, de igual manera adquirieron compromisos colectivos para la promulgación de patrones que direccionen la sostenibilidad como un hilo conductor en el ejercicio académico y profesional.

Estas entrevistas permitieron evidenciar el empoderamiento de los estudiantes líderes para la construcción de soluciones ambientales, basadas en el respeto por los recursos naturales, en la eficiencia de su uso y en las proporciones adecuadas, potencializando los valores de la conservación, armonía y equilibrio entre lo natural y lo social, siendo esto uno de los mayores logros obtenidos en el ejercicio, ya que se promovió un cambio a partir del razonamiento individual y colectivo y además la reflexión sistémica para brindar oportunidades de crear espacios de construcción de conocimiento, interactuando con las emociones y el sentir de cada uno de los estudiantes, ya que toda la experiencia fue comunicada en el aula y compartida por ellos mismos.

Es así como la entrevista se convierte en un mecanismo direccionador que permite no solo identificar si no analizar los avances en el conocimiento, en las destrezas del pensamiento y en la crítica de sus resultados, soportando el aprendizaje significativo que argumenta la relación de los individuos como objeto sensible del cambio y encamina la dinámica a la construcción de la sostenibilidad desde su concepto básico (CMMAD, 1987).

Reflexión pedagógica del Pre-test.

El ejercicio realizado al inicio del semestre tuvo el fundamento de las ideas previas y los conocimientos adquiridos por parte de los estudiantes, fue el punto de partida para analizar y diseñar las mejores estrategias de intervención frente al desarrollo de la clase y frente al cumplimiento del objetivo general de la presente investigación. Este instrumento fue aplicado a los 35 estudiantes de manera individual, ellos lo reconocieron como un quiz o una evaluación diagnóstica, percibiendo la participación tímida, poco creativa y limitada, sin embargo y en pro de obtener la realidad de su conocimiento, fue indispensable asociarlo a la vida cotidiana y no establecerlo como nota representativa en la evaluación del curso.

Los resultados obtenidos reflejan la poca profundización de los conceptos y una visión crítica limitada del contexto ambiental, donde no relacionan consecutivamente y sistemáticamente el ambiente, la sostenibilidad y el papel

que tienen los actores frente a la crisis ambiental que se denota en el mundo, por lo menos en la forma de expresarlo o darlo a conocer. Esto visualiza la importancia de crear competencias armonizadas en la realidad y que el proceso de aprendizaje se base en la construcción colectiva de lo que el mundo ambiental hoy necesita, siendo los mecanismos didácticos y estrategias individuales y colectivas la forma de interactuar y proponer un pensamiento crítico y sistémico a la hora de brindar soluciones ingenieriles y que beneficien los intereses del ambiente.

A partir de lo anterior se diseñaron las técnicas y los instrumentos a utilizar durante el proceso de aprendizaje de los estudiantes, teniendo como prioridad el compromiso de cambiar hábitos y justificar racionalmente las soluciones planteadas a los problemas ambientales a los que se enfrentan actualmente y a los que van a tener que brindar solución como profesionales, siendo importante complementar con el sentido de responsabilidad y los valores personales.

Reflexión pedagógica de la utilización de la lluvia de ideas para la construcción de conceptos.

En cada uno de los ejercicios realizados a partir de la lluvia de ideas, se pudo evidenciar la participación activa de los estudiantes, siendo de gran interés el querer generar ideas nuevas y hacer parte de la construcción de la clase. El primer ejercicio permitió ver las cualidades y el potencial de cada estudiante, siendo el punto de partida para crear mecanismos de participación más efectivos y motivacionales en los siguientes conceptos a desarrollar, lo cual, determinó, como papel fundamental sus intereses, lo que querían plasmar, lo que creían que era necesario y verdad, desplazando en varios casos la influencia del docente líder de la investigación o los estudiantes líderes de cada grupo.

Todo el proceso realizado a partir de esta técnica fortaleció la presente investigación, de tal forma, que sustenta pedagógicamente el análisis sistémico y el pensamiento crítico que pudo fortalecerse en los estudiantes, pese a las concepciones con las que venían los estudiantes y a los comportamientos desinteresados por los temas de enseñanza, todo esto manipulado por las experiencias anteriores, en clases, universidades o instituciones anteriores.

Estas competencias pueden ser vinculadas desde la construcción de los currículos, siendo la guía conductora para fortalecer el proceso de aprendizaje de los estudiantes y el mecanismo soporte que permita obtener los resultados esperados en cada una de las asignaturas, en particular en el área ambiental, los actores principales en este proceso debemos identificar como obtener la información que los estudiantes tiene y lograr potencializar de manera armónica, sistémica y crítica dichas ideas para la solución de problemas reales en situaciones reales desde su desempeño profesional, lo cual es y será siempre un reto que se argumenta en la necesidad de contribuir a las penurias del sector productivo y la sociedad en general (PANAI, M. 2012).

Reflexión pedagógica sobre el juego de roles como mecanismo de participación activa.

Desde hace unos años se empezó a considerar el juego como una estrategia de aprendizaje lúdica en la cual los estudiantes tienen la capacidad de desarrollar el conocimiento por medio de habilidades cognitivas, sociales y conductuales como lo menciona Gil, C (2008); para lograr un fomento de la autonomía puesto que los estudiantes deben indagar por su cuenta información concreta y con una base teórica tanto de forma general como específica según a la situación designada.

Como se mencionó en las observaciones de cada una de las etapas, los estudiantes manifestaron un avance progresivo a medida que se desarrollaba el juego de roles, viéndose reflejado tanto el trabajo individual como el trabajo en equipo para defender una idea en común, debido a que al momento de socializar se refuerzan lazos en los que se resaltan valores como la empatía, cooperación, respeto, entre otros; gracias a la confianza en la que entran con sus mismos compañeros.

Por otra parte, es necesario tener en cuenta que al proponerse una problemática real en la que diferentes actores interactúan y existen diferentes puntos de vista; los estudiantes toman sus conocimientos, ideas y experiencias previas y las conjugan con nuevos conceptos, para enfrentar situaciones complejas ambientales, en las cuales es necesario que se tenga la capacidad de ser crítico y propositivo, para construir soluciones eficaces que respondan a las necesidades de la comunidad integralmente, puesto que permite dar un entrenamiento en un entorno artificial basado en un entorno real para la toma de decisiones con un punto de vista multifocal explica Gil, C (2008).

El docente a cargo tuvo que tener una postura imparcial, en la que moderó el desarrollo de la dinámica, además de ser el principal observador de comportamientos y actitudes que puede analizar las capacidades y habilidades de los estudiantes, para dar una posterior reflexión pedagógica que determinó las ventajas y desventajas de la misma, para hacer una síntesis diagnóstica de los estudiantes a nivel teórico, emocional y físico del ambiente y la sociedad.

El ejercicio fortaleció de manera evidente el comportamiento de los estudiantes en una situación real, en un problema actual y de gran trascendencia ambiental para el contexto nacional, lo que les permitió crear posturas críticas a partir de cada personaje interpretado, y de esta manera visualizar todo el panorama para brindar una solución sostenible, basada en el respeto, la tolerancia, el equilibrio y la responsabilidad no solo por lo ambiental sino también por lo social, política y económica que integrara realmente una alternativa de solución viable y justa.

Desde la visión docente se pudo identificar las emociones encontradas en los estudiantes, la capacidad para enfrentar situaciones adversas y respetar las opiniones y los aportes de los compañeros, resaltando cómo a través de los roles representados, encontraron una solución colectiva y crearon espacios de fortalecimiento de ideas de manera sistémica.

Reflexión pedagógica del post-test

Al finalizar el ejercicio se realiza un análisis de las respuestas dadas por los estudiantes, frente a los conceptos más significativos vistos en clase y que argumentan y componen de manera transversal el enfoque de los ingenieros ambientales y del educador ambiental, buscando alternativas sostenibles desde el comportamiento individual hasta la toma de decisiones colectivas que involucren a la sociedad en general. Por lo cual conseguir que la mayoría de los estudiantes vieran la actividad como el reflejo de lo aprendido, pero sobre todo como la expresión de sus propios conceptos de manera crítica y que aportara significativamente al cambio que merece y requiere la sociedad, fue uno de los mayores logros obtenidos con esta estrategia, siendo reconocido como el componente que requiere de mayor atención en la formación del ingeniero.

Los estudiantes entendieron dichos conceptos, pero más allá de lo esperado, dado que presentaron consideraciones personales y justificaron la importancia de entender la raíz de las situaciones y de manera sistémica poder brindar soluciones sostenibles en todos los aspectos de la sociedad.

El post-test se convirtió en el instrumento que resumió lo aprendido y que potencializó en los estudiantes, el querer expresar sus sentimientos, su visión y su responsabilidad ambiental desde el punto de vista argumentativo, coherente y razonable a las necesidades de la sociedad actual, sin considerar el panorama extremo de destrucción como una posibilidad para dejar de construir el cambio.

Conclusiones

Se identificó que los estudiantes de educación ambiental del programa de Ingeniería Ambiental objeto del presente estudio, no contaban con una bases conceptuales adecuadas para direccionar su saber frente a las dinámicas actuales de la sostenibilidad, esto se evidenció en las primeras actividades realizadas, tales como las entrevistas y el pre-test, fundamentado en la falta de análisis y recursividad para solucionar problemas reales que se les puedan presentar en su proceso de formación y vida profesional.

La aplicación de la estrategia de educación para la sostenibilidad, fortalecida en las competencias de pensamiento sistémico y crítico, determina el punto diferenciador en la formación convencional y aquel que requiere de mayor atención por tener como objeto transformar el pensamiento y conseguir el cambio de hábitos y prácticas, que a través del tiempo se convierten en insostenibles, no solo para el individuo (estudiante) sino para la sociedad que los recibe como profesionales en áreas ambientales, lo que potencializa la pertinencia de crear en los estudiantes dinámicas diferentes que recurran a la crítica constructiva y al análisis reflexivo de la base teórica de su profesión.

Los estudiantes de la asignatura de educación ambiental lograron entender la importancia de hacer una reflexión sistémica de cada una de las decisiones que se tomen frente al ambiente y de cómo a partir de su formación ingenieril, pueden

influenciar en el cambio de paradigmas, costumbres y hábitos que aporten a la resiliencia y a la consecución de una sociedad ambientalmente sostenible.

La aplicación y vinculación de las estrategias pedagógicas basadas en las competencias para la sostenibilidad son mecanismos viables en la construcción de nuevos comportamientos individuales y colectivos que potencialicen la toma de decisiones de manera sostenible y que le permitan al futuro profesional en el área de ingeniería ambiental tener criterios claros y determinantes que contribuyan de manera positiva en la crisis ambiental mundial.

El estudio refleja la importancia de vincular en los procesos formativos las competencias basadas en el ser, es decir que mientras potencialicemos el conocimiento de los estudiantes y la capacidad para analizar y hacer reflexiones críticas de las situaciones que se les presenten, podrán crear una base argumentativa para la solución de problemas desde su campo de formación, siendo indispensables las experiencias significativas del aula para aplicarlas fuera de ella.

La relación de los estudiantes con casos de la cotidianidad y el enfrentarse a resolver situaciones propias del ejercicio profesional, les permite abrir espacios de aceptación como individuos y construir de manera colectiva las alternativas de solución basadas en el respeto, la armonía y la sostenibilidad de los recursos con los que se cuenta.

Referências

CMMAD. **Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Cuadragésimo segundo período de sesiones.** 1987. *Obtenido de http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_Lecture_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf*

DORYS, O. G. **El constructivismo como teoría y método de enseñanza.** Sophia, Colección de Filosofía de la Educación, 93 - 110. 2015.

GIL, C. **El juego de rol aplicado a la educación ambiental.** *Revista digital para profesionales de la enseñanza.* Federación de Enseñanza de CC.OO. de Andalucía. 2008.

GRANDE DE PRADO, M & ABELLA, V. **Los juegos de rol en el aula.** *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información.* 11 (3). 56 – 84 pp. 2010.

LÓPEZ R & DESLAURIERS, J. **La entrevista cualitativa como técnica para la investigación en Trabajo social.** *Margen* 61. 2011.

PANAIA, M. **Nuevos saberes en ingenierías: las demandas de los sectores productivos.** *Estudios Regionales y Mercado del Trabajo*, No. 8, p. 137-150. 2012.

RIECKMANN, M. (2017). **Objetivos de la educación para el desarrollo sostenible. Objetivos de aprendizaje.** UNESCO, 11, 173-238.

RODRÍGUEZ-SANDOVAL, E., & CORTÉS-RODRÍGUEZ, M. **Evaluación de la estrategia pedagógica" aprendizaje basado en proyectos": percepción de los estudiantes.** *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)*, 15(1), 143-158. 2010.

STAKE, R. **Investigación con estudio de casos** (2ª Edición ed.). Madrid, España: Ediciones Morata. 1999.

Recebido em: 14/12/2020

Aprovado em: 28/12/2020