

Pensamiento crítico y los objetivos de desarrollo sostenible: comunidades y ciudades sostenibles.

Critical thinking and the sustainable development goals: sustainable communities and cities.

Constanza Dorey García-Puentes¹
cogarcia@uniminuto.edu

Laura Katherine González-Díaz
laura.gonzalezd@uniminuto.edu

*Néstor Rafael Perico-Granados¹
nestor.perico@uniminuto.edu.co

César Pérez-Rodríguez¹
cesar.perezr@uniminuto.edu

Juan Guillermo Hernández-Romero¹
juan.hernandez.r@uniminuto.edu

1. Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO, Zipaquirá, Colombia.

Resumen— Hace parte de un macroproyecto en el que se trabajó con cinco docentes y seis cursos y en esta investigación se llevó a cabo con un curso liderado por una docente en el espacio de Metodología para la investigación. Objetivo: se quiso establecer el nivel de construcción de conocimientos y competencias sobre pensamiento crítico y los Objetivos de Desarrollo Sostenible con los estudiantes de este curso, durante un semestre. Se hicieron las valoraciones: una al comienzo del curso y otra al finalizar el semestre. En el tiempo entre las evaluaciones se promovió la inmersión en conceptos sobre cambio climático, calentamiento global y pensamiento crítico, con base en artículos y otras lecturas. A partir de las evidencias se pudo observar que los estudiantes, sin una orientación en el aula, tienen muy poco interés en estos temas, pero cuando se motivan se encuentran compromisos interesantes, que justifican y es indispensable su ejecución en la academia para desarrollar los cambios que los procesos sostenibles necesitan.

Palabras clave— Educación para el Desarrollo Sostenible, Objetivos de Desarrollo Sostenible, Páramos, Pensamiento crítico.

Abstract— It is part of a macro-project in which we worked with five teachers and six courses and in this research, it was carried out with a course led by a teacher in the Research Methodology space. Objective: we wanted to establish the level of construction of knowledge and skills on critical thinking and the Sustainable Development Goals with the students of this course, during a semester. Assessments were made: one at the beginning of the course and another at the end of the semester. In the time between the evaluations, immersion in concepts of climate change, global warming and critical thinking was promoted, based on articles and other readings. Based on the evidence, it was observed that students, without guidance in the classroom, have very little interest in these issues, but when they are motivated, interesting commitments are found, which justifies and is essential for their execution in the academy to develop changes that sustainable processes need.

Keywords— Education for Sustainable Development, Sustainable Development Goals, Moors, Critical Thinking.

Resumo— Isto faz parte de um macro-projecto em que foram realizados trabalhos com cinco professores e seis cursos, e nesta investigação foi realizado com um curso dirigido por um professor na área de Metodologia para a investigação. Objectivo: o objectivo era estabelecer o nível de construção de conhecimentos e competências sobre o pensamento crítico e os Objectivos de Desenvolvimento Sustentável com os alunos deste curso, durante um semestre. Foram feitas avaliações: uma no início do curso e outra no final do semestre. No período entre as avaliações, promoveu-se a imersão nos conceitos de alterações climáticas, aquecimento global e pensamento crítico, com base em artigos e outras leituras. A partir da evidência, poderia observar-se que os estudantes, sem orientação na sala de aula, têm muito pouco interesse nestas questões, mas quando estão motivados encontram compromissos interessantes, o que os justifica e é essencial implementá-los na academia para desenvolver as mudanças que os processos sustentáveis necessitam.

Palavras-chave— Educação para o Desenvolvimento Sustentável, Objectivos de Desenvolvimento Sustentável, Páramos, Pensamento crítico.

I. INTRODUCCIÓN

Los problemas que todos los días se agudizan con respecto a las consecuencias del cambio climático como los incendios, inundaciones, borrascas, avalanchas, tifones, huracanes, entre otros, dejan estragos a su paso con incremento de fallecidos y pérdidas económicas, en mayor proporción para quienes menos tiene recursos. Sin embargo, para Bello-Benavides et al., (2021) estos fenómenos, los estudiantes, después de más de dos decenas de años de promover la educación para el desarrollo sostenible, EDS, los ven de manera muy alejada y sin relación con el presente y menos con el futuro que ellos vivirán. Puede obedecer al bajo nivel de la presencia de la sostenibilidad ambiental en los planes de estudio de las universidades y es más crítica la deficiencia en las profesiones técnicas como lo expresan Azcárate et al., (2016).

Al respecto, el mayor reto de la escuela es la de aceptar su responsabilidad en superar la forma tradicional de construir conocimiento, centrado en el maestro, con mayor protagonismo de los estudiantes, como lo proponen Perico-Granados, Tovar-Torres et al., (2021), con base en las necesidades sociales y ambientales. Entonces, es vital promover los compromisos con las personas que sufren las consecuencias del cambio climático, a partir de la construcción de conocimiento teórico y práctico sobre el calentamiento global y todas sus interacciones.

En este sentido, la ingeniería es una disciplina que trata el conocimiento y práctica de la solución de problemas para servirle a la sociedad. Al respecto, tienen una importancia social y económica en el desarrollo de la humanidad, dado que a lo largo de la historia los ingenieros han transformado el mundo para contribuir en una mejor calidad de vida para las personas. Goncalves (2020) plantea que la formación tiene el compromiso de construir conocimientos y competencias para la armonía y pacífica convivencia, entre la naturaleza y los seres humanos. Al respecto, los profesionales de la ingeniería juegan un papel fundamental en la atención de las necesidades humanas básicas, disminución de la pobreza, promoción del desarrollo seguro y sostenible, respuesta idónea a situaciones de emergencias, rehabilitación de infraestructura, reducción de las brechas de conocimientos y la promoción de la colaboración intercultural (UNESCO, 2021).

De acuerdo con Kofoed et al. (2017) y Garcia-Puentes et al. (2019) los estudiantes de esta profesión requieren procesos de enseñanza y de aprendizaje activos, como el método de proyectos, con solución de problemas reales. Para Azcárate (2021) la construcción del conocimiento tiene cimientos mucho más sólidos cuando los docentes van más allá de la teoría y los fundamentan en las actividades prácticas. Según Pérez (2021) la formación de los seres humanos en las escuelas bosque permite un desarrollo natural, aspecto que facilita que las personas

en su vida adulta tengan respeto por los ecosistemas y competencias para un desenvolvimiento armónico con el ambiente. Con estos métodos los discentes adquieren autonomía, responsabilidad, protagonismo, nuevas competencias, pensamiento crítico, trabajo en equipo, capacidad para resolver problemas, adaptabilidad y buena comunicación, entre otros. Al respecto, es necesario fomentar la construcción de conocimientos de forma práctica y teórica con pedagogías activas, como éstas, para cimentar el desarrollo sostenible.

En consecuencia, en el Programa de Ingeniería Civil de la Corporación Universitaria Minuto de Dios- UNIMINUTO, se ha planteado la siguiente pregunta ¿cuál es la incidencia del método de proyectos en la formación sobre los ODS y el pensamiento crítico, en los estudiantes de Ingeniería civil, de la Corporación universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO, para contribuir en las ciudades y comunidades sostenibles y en el suministro de agua potable?. Los investigadores llevaron al desarrollo de un proceso, con base en proyectos con los estudiantes del curso de Metodología de la investigación, para cimentar las destrezas adecuadas que permitan al futuro profesional en ingeniería responder a las demandas de la población para un mundo más sostenible.

II. ESTADO DEL CONOCIMIENTO

El pensamiento crítico como habilidad fundamental para el ejercicio profesional de la ingeniería

El pensamiento crítico es una característica de los seres humanos para emprender decisiones inteligentes, como la proactividad que permite ante los diferentes estímulos hacer una pausa, consultar con su propio norte, fundado en principios y en valores, e imaginar diferentes opciones para decidir por una de ellas y con voluntad indeclinable desarrollarla (Covey, 2012). En este sentido unas de sus características primordiales son la libertad para hacerlo y la autonomía que se puede construir (Bezanilla-Albisua et al., 2018). Igualmente, se consideran las habilidades que se deben desarrollar o potenciar en los procesos de formación, aspectos que constituye un requisito fundamental para la construcción del conocimiento, aprender, tomar decisiones y actuar (Robles Pihuave, 2019).

Lopez Aymes (2012) dice que los planes de estudio en los últimos años se orientan al desarrollo de competencias, pero se sigue aplicando el modelo educativo de adquisición de conocimientos solamente. Éstos son importantes para el desarrollo del pensamiento, pero no garantiza el pensamiento crítico y reflexivo. Para Mora-Penagos (2015) las competencias sociales de las ciencias deben llamar la atención de los docentes para construir un mundo sustentable. Saiz-Sánchez y Fernández-Rivas (2012)

afirman que, en el contexto actual, en formación de competencias, el objetivo ambicioso es enseñar a pensar bien o críticamente. Ellos enfatizan en buscar que los estudiantes reflexionen mejor en cualquier contexto, personal o educativo para una adecuada formación en sostenibilidad ambiental.

López-Fernández et al., (2021) dicen que la investigación acción se fundamenta en un mayor nivel de críticas y de autocríticas de los estudiantes, aspecto que puede ayudar a la reflexión y a consolidar los conocimientos. También, Bezanilla-Albisua et al., (2018) mencionan que en el ámbito educativo el pensamiento crítico es educar para la vida y que esto no depende únicamente del proceso de aprendizaje en el aula, ya que es una competencia de transferencia para actuar y comprometerse en la sociedad, cuyo impacto se puede ver a largo plazo y fuera de las aulas. Entonces, parte de la misión de las instituciones va más allá de enseñar solos conocimientos y que los estudiantes aprendan a aprender y desarrollen su autonomía en el proceso de formación. Al respecto, los métodos de aprendizaje activo, con estudiantes que fungen como protagonistas centrales en su proceso de formación son herramientas fundamentales para este propósito.

Kolmos (2021) expresa que el pensamiento crítico es una habilidad importante que deben desarrollar los ingenieros en el mundo actual. Según Mackay-Castro et al., (2018), el

pensamiento crítico es la habilidad que las personas desarrollan con el crecimiento académico y experiencia personal y profesional, que les permite tomar decisiones acertadas. De acuerdo con Robles Pihuave (2019) el pensamiento crítico es una actividad reflexiva, en donde el ser humano tiene la capacidad de cuestionar su propio pensamiento y el de los demás. De esta manera forma un juicio autorregulado con un propósito específico, cuyo resultado en términos de interpretación, análisis, evaluación e inferencia pueden explicarse según las evidencias, conceptos, métodos, criterios y contexto que se tomaron en consideración para establecerlo. En general el concepto incluye los procesos, estrategias y representaciones mentales que las personas utilizan para resolver problemas, tomar decisiones y aprender nuevos conceptos.

Para Bezanilla-Albisua et. al (2018) el pensamiento crítico es una competencia básica y esencial en el ámbito laboral, que no siempre se encuentra y que los empleadores la consideran uno de los principales requisitos que debe tener un empleado en los diferentes niveles de la organización. Ellos dicen que se basa en criterios como la libertad, autonomía, soberanía y verdad y que implica contrastar la realidad de la sociedad actual, ya que esto orienta la forma de pensar y actuar. Dentro de las claves fundamentales está en tener en cuenta todas las posibilidades y confiar en la razón más que en la emoción (Bezanilla-Albisua et. al, 2018). Esto

significa que pensar es razonar y decidir para resolver problemas (Saiz-Sánchez y Fernández-Rivas, 2012). En este aspecto, el pensamiento crítico está relacionado con la postura frente a la educación ambiental que casi siempre se soslaya en obediencia a los intereses del mercado (Mérida-Donoso, 2021). Se trata de un pensamiento orientado a la comprensión y resolución de problemas, a la evaluación de alternativas y a la toma de decisiones frente al cambio climático. Entonces, el pensamiento crítico es una competencia importante en el mundo académico, profesional y muy importante y elemento clave para construir una sociedad sostenible.

Bezanilla-Albisua et.al (2018) establecen un modelo del pensamiento crítico que propone tres niveles de dominio. El primero se orienta al análisis/organización y razonamiento/argumentación, que consistente en conocer los datos de la situación o problema y reflexionar sobre los mismos. El segundo consiste en el nivel de cuestionamiento y evaluación, en el cual se contrastan la visión propia con otras visiones, haciendo una valoración de los elementos encontrados, que contribuyan a tener una mejor comprensión de la realidad. El tercero se presenta cuando se tenga las dudas aclaradas, llevará a tomar decisiones y a actuar en la mejora de la situación o resolución del problema, con un compromiso y responsabilidad. Entonces, hoy es indispensable construir conocimientos y competencias con los estudiantes para que decidan con base en el pensamiento crítico.

Según Saiz-Sánchez y Fernández-Rivas (2012) al contextualizar las formas de razonamiento con problemas cotidianos se puede comprender el uso del pensamiento crítico y tiene diferentes formas en la construcción de conocimientos y en la vida misma. De acuerdo con Perico-Granados, Umba-Erazo et al., (2020) el método de proyectos contribuye a estos procesos de forma amplia, dadas sus características de formación teórica y práctica. Allí, los estudiantes, se documentan, razonan, deciden, solucionan y resuelven problemas. Es decir que este modelo de enseñanza se ocupa de cómo se afrontan las situaciones problemáticas y se da respuesta a ellas. Al respecto, en este modelo de aprendizaje basado en proyectos para el debate crítico se configura una combinación en el proceso de formación, dado que es una herramienta que permite la construcción o generación del conocimiento cuando se abordan problemas reales y los discentes se comprometen activamente en la solución.

Calentamiento global, los retos de la ingeniería y los ODS

En la primera cuarta parte del siglo XXI se observa que la sedimentación en los ríos y en los puertos de Colombia se incrementa de forma permanente. Como consecuencia disminuye la navegabilidad en ellos, a partir de las borrascas que generan las lluvias. De acuerdo con Perico-Granados, Caro-Camargo et al., (2019) y Perico-Granados, Arévalo-Algarra et al., (2021)

éstas son cada vez más frecuentes e intensas, en unos determinados momentos, y una de sus causas es la continua deforestación de las cuencas y el daño a los páramos, aspectos que facilitan la saturación de la tierra en unos tiempos y por la falta de retención de las raíces se generan los deslizamientos y las avalanchas. Igualmente, las lluvias incrementan las inundaciones con un número de fallecidos en el mundo que también crece año a año. Estos síntomas del calentamiento global, junto con los incendios, los huracanes, los tifones y el continuo deshielo de los glaciares llaman la atención de los maestros para construir nuevos conocimientos que permitan reorientar el rumbo del mundo, con menos consumo o consumo racional, más agua potable disponible, más equidad social con el fortalecimiento de la democracia y con una sociedad cada vez más sostenible.

En otras ocasiones el agua presenta escasez, por las mismas razones de deterioro en las cuencas y en los páramos, que hacen que disminuya sus caudales. Según Perico-Granados et al (2015) los páramos son ecosistemas que permiten almacenar el agua lluvia y decantar la neblina para formar los ríos y las quebradas, que sustentan la vida en las ciudades y en los campos. Sin embargo, mientras se protegen estas áreas y para evitar problemas graves en un corto tiempo se plantean opciones para el tratamiento de aguas para su potabilización y para que las han sido servidas puedan tener otros usos agrícolas. Para Acosta-Castellanos et

al (2015) la exploración de alternativas de tratamientos con procesos ultravioletas es una oportunidad que se justifica investigar con más profundidad. Igualmente, de acuerdo con Araque-Niño et al (2018) es un compromiso de la ingeniería tratar las aguas residuales con plantas de tratamiento o en su defecto con procesos naturales antes que ellas sean utilizadas para el riego de pastizales o el lavado de tubérculos como papa y zanahoria. En lo posible desarrollar procesos naturales de purificación, sin uso de sustancias químicas (Perico-Granados, montaña, et al., 2019). Tanto la protección de los páramos como el tratamiento de las aguas es un reto para la academia y para los ingenieros.

De la misma manera, Ruiz-Meza et al., (2021) plantean que la educación superior debe tomar un enfoque constructivista y activo sobre el aprendizaje, como el método de proyectos que fomenta en los discentes la construcción del conocimiento. Así se construyen competencias duras y blandas para responder a las necesidades de su entorno y mejorar el bienestar de la humanidad. Estos métodos están en proceso de ampliación en diversos países, especialmente en la formación de ingenieros. Se ha convertido en una estrategia pedagógica importante para llevar a la práctica los componentes teóricos que se presentan durante el proceso de formación, con base en la reflexión y la cooperación.

Para enfrentar el calentamiento global es necesario el aporte de todas las personas y entre las profesiones que más se encuentran involucradas están la ingeniería. Para las Naciones Unidas (2018) y para la UNESCO (2021) el principal problema que enfrenta el mundo es la reconciliación del desarrollo humano con la preservación del planeta y en ella esta profesión tiene una voz y acciones esenciales. De acuerdo con Murga-Menoyo (2018) las instituciones de educación superior deben incluir en los currículos de los programas de ingeniería los ODS, para que sus profesionales tengan las competencias y habilidades adecuadas que les permita promover un mundo más sostenible. Al respecto, la educación para el desarrollo sostenible (ESD) incluye para un cambio curricular, las competencias para desarrollar en los cursos, en los programas y en la institución. En todas ellas el método de proyectos, para resolver problemas y para la formación como la sostenibilidad, contribuye, aunque con más efectividad en la primera.

De acuerdo con Murga- Menoyo (2015) los objetivos del desarrollo sostenible (ODS) se plantearon para procurar el cuidado del medio ambiente y garantizar la disponibilidad de recursos para las generaciones futuras y promover el acceso equitativo de los recursos para todas las personas. Según la UNESCO (2021) los retos para la ingeniería incluyen el generar acceso al agua limpia y saneamiento, disminuir los riesgos de emergencias climáticas y desastres naturales, fomentar las energías limpias,

aprovechamiento de tecnologías emergentes, la Inteligencia Artificial y ciudades inteligentes, para un desarrollo sostenible. Sin embargo, para lograr las metas establecidas en los ODS se requiere la integración de diferentes disciplinas. Al respecto, los ingenieros deben cumplir con su responsabilidad social, aportando a la construcción de un mundo más sostenible, resiliente y equitativo. Es así como la ingeniería requiere un enfoque inter y multidisciplinario, y hacer que esta disciplina sea un factor esencial y acelerador de los ODS, considerando integralmente los impactos sociales y ambientales de los proyectos que desarrollan.

Dentro de las recomendaciones que según la UNESCO (2021) plantea se destacan el que los ingenieros comprendan su responsabilidad para el logro de los ODS: para este aspecto se sugiere la participación de todos los actores que intervienen en la ingeniería desde el gobierno, instituciones de educación y sector empresarial para promover un mundo más sostenible. Igualmente, se plantea establecer estrategias para que los jóvenes consideren a la ingeniería en su proyecto de vida como carrera profesional, para garantizar participación inclusiva y diversidad de pensamiento para lograr las metas de los ODS. Para Núñez (2019) hoy es indispensable la formación de maestros para formar buenos profesionales y en su tarea deben evaluar los conocimientos y competencias en sostenibilidad tanto como el pensamiento crítico, para dar la rigurosidad requerida. En

este sentido, como aspecto crítico es esencial considerar el agua como un problema de sostenibilidad global y estratégico, dada su escasez e importancia para los seres vivos. Entonces, se requiere montar infraestructuras para las nuevas condiciones ambientales y para la gestión del recurso hídrico.

De la misma manera, la UNESCO (2021) propone la concienciación para estudiantes e ingenieros sobre el cambio climático y resiliencia, con acciones para la adaptación y nuevos proyectos, prevención y reducción de riesgos de desastres, con preservación de la naturaleza. También, plantea el desarrollo de sistemas de energía sostenibles y resilientes, con tecnologías limpias con el criterio del costo por tonelada de CO₂ evitado y criterios similares para la sostenibilidad de la minería. Adicionalmente, plantea establecer estrategias gubernamentales y propietarios de datos para el adecuado manejo, seguridad y accesibilidad de estos, potenciar innovaciones en inteligencia artificial, tecnología y aplicaciones para desarrollar infraestructura y servicios que conduzca a ciudades inteligentes. Para Rocha-Gil et al., (2017) una forma de capturar el dióxido de carbono es con la restauración con árboles nativos. Al respecto, en la formación en todos los niveles es preciso construir conocimientos y competencias para que los estudiantes desarrollen el hábito de sembrar y cuidar los árboles.

El mismo organismo (2021) sugiere promover la educación en ingeniería y

desarrollar capacidades para los ODS, para que los gobiernos, gremios profesionales, instituciones de educación y empresas de ingeniería articulen estrategias para aumentar la formación de ingenieros con enfoque internacional y promover la capacitación permanente en competencias profesionales. También propone fortalecer la educación en las áreas disciplinares e incluir en los currículos la formación en sostenibilidad, con enfoque interdisciplinario y el aprendizaje basado en proyectos y centrado en el estudiante. Igualmente, propone la cooperación interregional, regional y subregional para fortalecer la capacidad de la ingeniería en procura de los ODS, a partir de la movilidad profesional con articulación de la educación, con bases de registros de datos actualizados permanentemente. Rodrigo-Cano et al., (2019) dicen que la gravedad del problema amerita incluir en los currículos la sostenibilidad ambiental y aprender a comunicarla. Entonces, se requiere de formación en sostenibilidad a partir de sus entornos, en lo posible con proyectos teóricos y prácticos, que fomenten su reflexión y construcción de conocimientos y competencias y promover su comunicación para que otras personas conozcan y se comprometan con los procesos sostenibles.

Acercamiento al método de proyectos para la formación de ingenieros

El método de proyectos o aprendizaje basado en proyectos es una estrategia pedagógica que permite a los

estudiantes participar activamente en buscar respuestas a problemas, con un proceso planificado. Se inició con Dewey y sus primeras aplicaciones en la educación las hizo en el siglo XX el profesor Killpatrick (quien es considerado como el padre de este método). Tomó relevancia con su introducción en la escuela de medicina de la Universidad de McMaster. El método permite explorar la curiosidad, la auto-determinación y el sentido de dominio del estudiante, el cual parte de la libertad para tomar sus propias decisiones (Perico-Granados, Galarza et al., 2020) y (Kolmos, 2021).

De acuerdo con Kolmos (2021) el problema debe ser cercano y reflejar la realidad profesional para que los estudiantes se sientan atraídos y motive el proceso de aprendizaje. Kolmos et al (2017) mencionan cinco modelos del método, a partir del proceso investigativo y de sus experiencias. Indican que este método es una combinación de la metodología de aprendizaje, de la construcción del conocimiento y del método científico: los estudiantes se capacitan para aplicar metodologías de la investigación y desarrollar el pensamiento crítico y reflexivo, de los contenidos del proceso enseñanza y del aprendizaje. Los problemas y sus soluciones se relacionan con la teoría y la práctica y se crea el conocimiento teórico y analítico. Los cinco modelos se relacionan con el aprendizaje basado en problemas para competencias epistemológicas, para acción profesional, para comprensión interdisciplinaria,

para aprendizaje transversal y para el debate crítico. Al respecto, se observa que su aplicación tiene un amplio espectro para las diferentes profesiones.

De acuerdo con Kolmos et al., (2017) un modelo para aplicar el método de proyectos en las estructuras curriculares y planes de estudio en programas de ingeniería se compone de objetivos y conocimientos, tipos de problemas y proyectos, la progresión y el tamaño, el aprendizaje de los estudiantes, el personal académico y la facilitación, el espacio físico y la organización, las pruebas y la evaluación. Se considera que el modelo centrado en el estudiante es el más apropiado por su protagonismo, los resultados con enfoque innovadores y abierto e implica un proceso de trabajo en equipo interdisciplinar. De acuerdo con Perico-Granados et al (2012) los resultados en sostenibilidad ambiental con este modelo son muy buenos. Allí la clase y los medios educativos son un apoyo, el profesor es un facilitador y la evaluación es grupal y formativa. Entonces, para el desarrollo sostenible se pueden trabajar las didácticas activas como el método de proyectos, con buenos resultados.

Para García-Puentes, et al (2019) la aplicación de esta estrategia con los estudiantes del programa de Ingeniería Civil, de la Corporación Universitaria Minuto de Dios en Zipaquirá, se hizo para disminuir la brecha entre el aula de clase y la práctica profesional de la ingeniería. Allí se concientiza a los estudiantes de la realidad de su entorno

y del país y su rol en la transformación de esta. Este tipo de métodos propician la formación integral de los estudiantes y su participación en el proceso de aprendizaje, a partir de explorar las problemáticas y necesidades reales de las comunidades, como los procesos ambientales. Para García-González et al (2017) es una tarea inaplazable dado que hoy poco se forma para la sostenibilidad ambiental. Entonces, se generan respuestas innovadoras y acordes a esas realidades de la población, lo cual permite fortalecer las competencias profesionales, de desarrollo humano y de responsabilidad socioambiental.

De acuerdo con Kolmos (2021) en los proyectos, como en la educación para el desarrollo sostenible (ESD), se identifican tres estrategias principales de cambio curricular: de curso, programa e institucional. Entonces, esta estrategia se orienta hacia un cambio curricular complementario a nivel de curso, que permite la integración del programa a través de los diferentes profesores que participan en el proceso de acompañamiento y seguimiento que se hace a los proyectos planteados por los estudiantes. Así mismo, González-Gaudiano et al., (2020) expresan la necesidad urgente de montar un currículo de emergencia para construir conocimientos y competencias, para que los ciudadanos tengan un mayor compromiso con la sostenibilidad ambiental. En este sentido, corresponde a los maestros la labor de trabajar en sus espacios académicos, en teoría y en práctica, tanto en los planes de estudio como en

los comentarios cotidianos sobre la convivencia del hombre con la naturaleza de forma sostenible.

METODOLOGÍA, RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se llevó a cabo la investigación con el método cualitativo, con investigación acción en educación. Se hizo, en el comienzo del primer semestre del año 2021, una evaluación para saber el nivel de conocimientos y de competencias, sobre los conceptos del pensamiento crítico y sobre los Objetivos para el Desarrollo Sostenible, ODS, a los estudiantes del espacio académico de metodología de la investigación. Se aplicó la rúbrica, adaptada de Murga-Menoyo (2015), tanto en este primer momento como en el segundo, cuando finalizó el semestre para precisar el nivel de crecimiento en estas competencias. El instrumento fue validado por tres docentes con posdoctorado en Educación y con amplios conocimientos en procesos sostenibles. En los cuatro meses del semestre la investigadora principal orientó la lectura de artículos sobre el pensamiento crítico, de varios autores, y sobre la sostenibilidad ambiental. Al respecto, se llevaron a cabo mesas redondas sobre las temáticas tratadas para cimentar mejor los conocimientos y las competencias sobre los temas relacionados. Igualmente, los estudiantes desarrollaron proyectos sobre la temática de estudio, con los postulados formulados por Kofoed et al, (2017) y García-Puentes et al. (2019)

para consolidar los conocimientos y las competencias.

En el momento previo a la aplicación de la segunda rúbrica se les presentó un problema sobre el páramo de Guerrero, ubicado en el centro del país. Allí se describieron sus principales características y sobre el escrito se les plantearon cuatro preguntas que versaron sobre la capacidad para argumentar con criterios sobre el pensamiento crítico y los ODS, su postura frente a los conflictos de ética en los usos del agua, las contradicciones que se presentan en las personas que hoy viven allí y las siguientes generaciones y sus planes para contribuir en la solución de los problemas descritos. Una vez hechas las comparaciones en las dos valoraciones se encontraron aspectos que se deben resaltar, como que en la primera los conocimientos y competencias fueron realmente bajas, en las cuatro preguntas formuladas, de tal manera que todas quedaron enmarcadas de esa manera. Bello-Benavides et al., (2021) dicen que los intereses de los estudiantes y de los adolescentes del presente están en otras áreas diferentes y muy poco en el cambio climático. Para Azcárate et al., (2016) este aspecto puede obedecer a la falta de inclusión en los planes de estudio, de estos temas, y se observa con más frecuencia en las profesiones técnicas. Entonces, es necesario incluir en los currículos contenidos sobre sostenibilidad y formar más docentes sobre el cambio climático.

Con base en los resultados finales se observó que todas las respuestas de los estudiantes estuvieron en un nivel intermedio, alto y muy alto, con base en las orientaciones, talleres y debates promovidos en el aula de clase por la investigadora principal. Ellos, ahora entienden la importancia de la convivencia entre los seres humanos y la naturaleza, como lo plantea Golcalves (2020). Frente al pensamiento crítico los discentes plantearon conceptos como la capacidad para escuchar, dilucidar, comprender, sintetizar y evaluar, a partir de la experiencia y reflexión para formarse criterios que permitan una sólida argumentación y explicación de situaciones que se presentan. Se observó el crecimiento en autonomía, como lo manifiestan Bezanilla-Albisua et al., (2018) y Robles Pihuave, (2019), quienes consideran estas habilidades como un requisito para tomar decisiones de manera apropiada. Más de la mitad de los estudiantes pusieron ejemplos de la manera en que ellos pueden poner en práctica el pensamiento crítico y los relacionaron con el cambio climático. Al respecto, estos aspectos permiten resolver problemas con base en decisiones que se toman de forma coherente y con una mejor comunicación y para ello es menester montar los proyectos para su formación en las aulas.

Igualmente, los estudiantes expresaron la importancia del pensamiento crítico en las actividades profesionales, para tomar las decisiones apropiadas técnicas y administrativas, que permitan resolver de manera acertada los

problemas que se presentan. De esta manera, ellos dicen que se forman con juicios críticos para desarrollar de forma óptima su profesión, a partir de continuar con nuevas investigaciones que den cimentación y solidez a sus conocimientos. De acuerdo con Bezanilla-Albisua et al., (2018) y López-Fernández et al., (2021) la investigación acción propone una formación con un nivel de críticas y de autocríticas de los estudiantes y ayudan a la reflexión y a la consolidación de los conocimientos. Al respecto, el pensamiento crítico contribuye en la formación de la autonomía, para un buen suceso profesional y a la vez incrementa la responsabilidad para actuar conforme a las interpretaciones y reflexiones de los estudiantes y para mejorar su entorno.

En el mismo sentido en la valoración final se observó que los docentes argumentaron con un buen nivel de competencias frente al desarrollo sostenible con diez respuestas en intermedio, ocho en nivel alto y tres en muy alto, como se aprecia en la tabla 1. Ellos manifestaron en estos últimos casos la disminución de la capa vegetal y su

incidencia en la regulación de los caudales del agua, la falta de intervención del Estado en todo el proceso para facilitarles un mejor modo de vida a los campesinos y resolver los problemas del páramo, del agua y de las comunidades que la consumen. Estos aspectos coinciden con los planteamientos de Perico-Granados, Arévalo-Algarra, et al., (2021) sobre los daños causados por la deforestación y la disminución de la capa vegetal. Igualmente, en la gran mayoría de las respuestas se observó la importancia que los discentes dan a la contaminación por los químicos que utilizan los campesinos para sus cultivos y las consecuencias tanto al agua, al suelo, como al aire. Al respecto, se aprecia que en un principio hace falta conocimiento y reflexión sobre los temas, pero con base en las actividades teóricas y prácticas que formulan los profesores la perspectiva de los discentes cambia. Entonces, se necesita un mayor nivel de concienciación de los maestros para que de manera voluntaria aborden los temas de sostenibilidad ambiental y faciliten y motiven a sus estudiantes.

Tabla 1. Evaluación en los últimos días del semestre

Bajo	Intermedio	Alto	Muy alto
Tiene un bajo conocimiento del problema del páramo y de su influencia en la regulación del agua. Cero respuestas	Observa los aspectos clave de los procesos del páramo y del agua, mediados por autores. Diez respuestas	Evalúa los datos de las características del páramo y del agua y los pone a contraluz de información debidamente validada. Ocho respuestas	Dice sus argumentos con claridad y presenta criterios cimentados en autores o en la legislación nacional, sobre el páramo y el agua. Tres respuestas
No entiende que existan conflictos éticos, ni con el páramo, ni con el uso del agua. Cero respuestas	Entiende que hay conflictos éticos, pero no sabe expresarlos apropiadamente. Catorce respuestas	Dilucida y plantea los conflictos éticos encontrados, tanto en el páramo, como con el uso del agua. Cinco respuestas	Dice con buen nivel de precisión los conflictos éticos del problema, tanto del páramo, como del agua. Expresa con claridad sus argumentos. Dos respuestas
No observa que existan dificultad en la utilización del agua por las personas que hoy existen allí y las que habitarán en el futuro. Cero respuestas	Presenta los problemas por la utilización del agua, tanto por las personas de esta generación, como por las venideras. Dieciséis respuestas	Plantea con argumentación la utilización del agua para las personas presentes, como para las venideras. Cinco respuestas	Expresa con claridad las necesidades de las personas presentes y que están en conflicto con las necesidades de los habitantes futuros, para usufructuar el agua del páramo. Cero respuestas
No tiene interés en proponer acciones para preservar el páramo o para la regulación del agua. Cero respuestas	Cree que alguna entidad debe contribuir en hallar solución al problema del agua. Una respuesta	Plantea opciones que intentan solucionar las dificultades del agua en el páramo. Quince respuestas	Desarrolla planteamientos claros para solucionar las dificultades del agua en el páramo y dice comprometerse en su construcción. Cinco respuestas

Fuente: Tomada y adaptada de Murga-Menoyo (2015)

Con respecto a los conflictos éticos los discentes tuvieron respuestas similares: catorce de ellos quedaron evaluados en intermedio, cinco en alto y dos en muy alto. De la misma manera, el crecimiento de ellos tanto en pensamiento crítico como en procesos sostenibles fue bueno y las diferencias con la argumentación tiene como posibilidad que no hayan comprendido muy bien los conceptos de conflictos éticos. Sin embargo, se observa que en escasos tres meses de exposición a los contenidos y debates, en un espacio académico, sobre estos temas su nivel de conocimientos y competencias es

alta. Ellos destacan, principalmente en las evaluaciones de alto y muy alto, que existe el conflicto entre quienes cultivan en el páramo para su sustento, los daños a la flora y a la fauna, la disminución de la capa vegetal, los procesos erosivos que estas acciones generan y la contaminación que de allí se desprende por las actividades de los campesinos en las que incluyen el uso de herbicidas y fungicidas. Por otro lado, presentan el conflicto de estas actividades frente al uso del agua para consumo humano, en las poblaciones que se surten de sus acueductos. Los proyectos fueron esenciales para la

fundamentación de los conocimientos y las competencias como los expresan Ruiz-Meza et al., (2021), porque a través de las pedagogías activas y la experiencia de adquieren mayor cantidad de conocimientos. Al respecto, los estudiantes comprenden las dificultades que se generan por los daños en los páramos y el uso del agua en las ciudades, aspectos que permiten promover soluciones.

En cuanto a las contradicciones e intereses de quienes viven hoy en estos entornos y las poblaciones futuras presentaron respuestas similares: dieciséis de ellos quedaron evaluados en intermedio, cinco en alto y ninguno en muy alto. Con base en las valoraciones iniciales se vio un incremento sustantivo, dado que, de tener todas las respuestas en deficiente al principio, en el segundo momento todas fueron superadas y cinco de ellas con valoración alta. Ellos expresaron que los errores que hoy se cometen por producir con intereses individuales se pagarán caro en las generaciones venideras. De acuerdo con Murga-Menoyo et al., (2018) se observan resultados positivos cuando la academia toma en serio la formación para el desarrollo sostenible. Los discentes expresaron su desacuerdo con la concesión de títulos mineros para explotación de carbón en los páramos y en los sitios cercanos, lo mismo que con el uso de químicos en los cultivos y con la tala de árboles. Al respecto, se requiere formación en las escuelas para paliar estos aspectos y evitar mayores daños en el futuro, especialmente con

la protección de la regulación del agua y con el cuidado de los sitios en los que este fenómeno se produce, que es en las partes altas para captar el agua lluvia y de la neblina. Entonces, la academia tiene una responsabilidad enorme frente a la formación de los nuevos ciudadanos y profesionales, aspecto que requiere involucrar estos aspectos en los planes de estudio y llevarlos a cabo de forma transversal.

Finalmente, con respecto a las propuestas de los estudiantes para ejecutarlos en su profesión y cuando tengan oportunidades administrativas o de ordenadores del gasto, ellos tuvieron resultados interesantes: una respuesta en intermedio, quince en alto y cinco en muy alto. Se hicieron propuestas muy concretas y en varias de ellas se comprometen a ejecutarlas en su desarrollo profesional y en su entorno familiar. Al respecto, ellos plantean que se comprometen a cuidar los recursos naturales, especialmente los no renovables y fomentar un ecoturismo responsable. Proponen reubicar a los campesinos para que puedan producir en otro sitio; evitar la erosión, el daño a la capa vegetal del páramo y a la biodiversidad, y adaptarnos a los ecosistemas. Estos resultados están en armonía como lo plantea la UNESCO (2021) por la inclusión en la formación de los profesionales para evitar desastres naturales y el desarrollo para la sostenibilidad ambiental.

Igualmente, dicen que es fundamental hacer que los sitios protegidos se

respeten y ayudar a formar a otras personas, tanto a los campesinos como a sus colaboradores para la protección de la naturaleza y evitar la fumigación con químicos, en todos los territorios, por la afectación a los suelos y al agua. Ellos expresan la necesidad de disminuir la huella de carbono y una forma es desarrollar estudios para que en las construcciones se lleven a cabo procesos sostenibles. En este sentido se ve la importancia de las propuestas de González-Gaudio et al., (2020), quienes proponen montar currículos de emergencia para tratar de mitigar las devastadoras consecuencias del cambio climático. Entonces, es claro que cuando se incentiva a los estudiantes con el conocimiento y en la creación de competencias para la sostenibilidad ambiental, los resultados son buenos y muy buenos, aspecto que compromete mucho más a los gobiernos del mundo para que en la formación de los maestros y en los planes de estudio se involucren los contenidos frente al cambio climático y para el desarrollo sostenible

III. CONCLUSIONES

Existe muy poco interés en los estudiantes sobre el cambio climático y sobre los problemas ambientales, porque sus intereses están dedicados a otros aspectos, cuando aún no se ha involucrado en el currículo estos temas. Al respecto, se requiere incluir en los planes de estudio contenidos sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, y de manera paralela formar más docentes sobre el

cambio climático, calentamiento global y energías renovables.

A partir de la exposición de los estudiantes a los conocimientos y competencias sobre pensamiento crítico y sobre los objetivos de desarrollo sostenible, ellos se interesan e incluso se comprometen a llevar a cabo proyectos que benefician a la protección de los páramos y en el desarrollo sostenible en general. Entonces, se requiere de políticas de Estado que promuevan la inclusión en los currículos de estos aspectos, que son vitales para la supervivencia de la especie humana y de la naturaleza.

Los discentes sobre el pensamiento crítico construyeron conceptos como la capacidad para escuchar, dilucidar, comprender, sintetizar y evaluar, a partir de la experiencia y reflexión que facilitan la argumentación, explicación y solución de los problemas que se les presentan, en especial sobre los procesos de sostenibilidad ambiental. Entonces, con las perspectivas que les facilita el proceso ellos toman decisiones, con mayor autonomía y responsabilidad, a partir de una mejor comunicación.

Con la motivación apropiada por parte de los docentes, los estudiantes construyen el conocimiento y adquieren competencias sobre la sostenibilidad ambiental, que luego son capaces de argumentar con propiedad. Ellos observan los conflictos presentes entre los habitantes de los páramos, por los daños que allí se causan, y los

ciudadanos de los centros poblados por la calidad y cantidad de agua para su servicio, aspectos que les permiten promover soluciones.

Con los procesos formativos en la escuela los nuevos ciudadanos pueden evitar más daños en la naturaleza, con la protección de la regulación del agua y con el cuidado de los sitios altos para captar y almacenar el agua lluvia y de la neblina. Así, los profesores tienen el reto de formar a los nuevos ciudadanos y profesionales, en todos los espacios académicos y también llevarlos a cabo de forma transversal.

Los estudiantes se comprometen a cuidar los recursos naturales, fomentar el ecoturismo responsable, evitar la erosión, el daño a la capa vegetal del páramo y respetar la biodiversidad, y promover adaptaciones a los ecosistemas. Entonces, si se invierte en la formación de los profesionales se pueden evitar desastres naturales y se pueden obtener nuevos horizontes para el desarrollo de la sostenibilidad ambiental.

IV. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO por el apoyo durante el proceso de investigación.

REFERENCIAS

[1] Acosta-Castellanos, P., Caro-Camargo, C., Perico-Granados,

N. (2015). Análisis de interferencia de parámetros físicos del agua, en desinfección por radiación UV, Revista de tecnología, V 14 N 2, 105-112, Universidad del Bosque, en: file:///C:/Users/usuario/Downloads/1874-Texto%20del%20art%C3%ADculo-3107-1-10-20161004.pdf.

[2] Araque-Niño, I., Britto-Aponte, M., Cuellar-Rodríguez, L., Perico-Granados, N. (2018). Fitorremediación en aguas residuales sin tratamiento previo. Caso: Tierra Negra, Boyacá, Revista de tecnología, V 17 N 1, 37-48, Universidad del Bosque, en: <https://revistas.unbosque.edu.co/index.php/RevTec/article/view/2950>

[3] Azcárate-Goded, P., González-Aragón, C., Guerrero-Bey, A., Cardeñoso Domingo, J. (2016). Análisis de la presencia de la sostenibilidad en los planes de estudios de los grados: Un instrumento para su análisis, Educar, vol. 52/2 263-284, <https://doi.org/10.5565/rev/educar.745>

[4] Azcárate, P (2020). Reseña de Alba-Fernández, N. y Porlán, R. (Coordinadores) (2020). Docentes universitarios. Una formación centrada en la práctica. Madrid: EDICIONES MORATA, S. L, 336 págs. ISBN: 9788471129789. ISBN ebook: 978-84-7112-979-6. Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad 2(1), 1402. doi: 10.25267/Rev_educ_ambient_sostenibilidad.2020.v2.i1.1402

- [5] Bello Benavides, L. O., Cruz Sánchez, G. E., Meira Cartea, P. A. y González Gaudiano, E. J. (2021). El cambio climático en el bachillerato. Aportes pedagógicos para su abordaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 137-156. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3030>
- [6] Bezanilla-Albisua, M., Poblete, M., Fernández, D., Arranz, S., y Campo, L. (2018). «El Pensamiento crítico desde la perspectiva de los docentes universitarios». *Estudios pedagógicos (Valdivia)* 44 (1): 89-113. en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/estped/v44n1/0718-0705-estped-44-01-00089.pdf>
- [7] Covey, S. (2012). *La tercera alternativa*, Barcelona, España: Editorial Paidós
- [8] García-González, E., Jiménez-Fontana, R., Azcárate, P. (2017). ¿Forma parte la educación para la sostenibilidad de los diseños metodológicos de los profesores universitarios? En: *Enseñanza de las ciencias*, pp. 3257-3262. En: <https://ddd.uab.cat/record/183981>
- [9] García Puentes, C. D., Montaña Santana, J. F., & Pérez Rodríguez, C. A. (2019). Aprendizaje basado en proyectos para el desarrollo comunitario, una experiencia en la formación de Ingenieros Civiles. *Revista Conrado*, 15(68), 130-134. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/994>
- [10] Goncalves Rosa Pacheco, C. S. (2020). La investigación ambiental en el IF Sertão-PE y su contribución al desarrollo sostenible en los territorios semiáridos del Brasil. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 1(1), 36-46. <https://doi.org/10.46380/rias.v1i1.17>
- [11] González-Gaudiano, E., Meira-Cartea, P., Gutiérrez Pérez, J. (2020). ¿Cómo educar sobre la complejidad de la crisis climática? Hacia un currículo de emergencia, *Revista mexicana de investigación educativa*, V 25 (87), pp. 843-872,
- [12] Kofoed, L.B. Hansen, S. y Kolmos, A. (2017). Enseñanza de competencias de proceso en un currículo con PBL. En Rodríguez-Mesa, F., Kolmos, A., & Guerra, A. (Eds.), *Aprendizaje basado en problemas en ingeniería: Teoría y práctica* (págs. 99-107). Aalborg: Aalborg University Press. ISBN: 978-87-7112-647-1
- [13] Kolmos, A., De Graaff, E., Du, X. (2017). Diversidad del PBL-Principios y modelos de aprendizaje, en *Revista de Ingeniería*, pp. 39-57, en: <https://core.ac.uk/download/pdf/94574551.pdf#page=50>
- [14] Kolmos, A. (2021). Engineering Education for the Future. In *Engineering for Sustainable Development* (pp. 121-128). En: https://vbn.aau.dk/ws/files/406262071/Engineering_for_Sustainable_Development.pdf

- [15] López Aymes, G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. *Docencia e Investigación*, Número 22, págs. 41-60. e-ISSN: 2340-2725.
- [16] López Fernández, R., Nieto Almeida, L. E., Palmero Urquiza, D. E., y León González, J. L. (2021). Transformaciones al componente de la didáctica evaluación utilizando la investigación-acción participativa. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(2), 170-175.
- [17] Mackay Castro, R., Franco Cortazar, D. E., y Villacis Pérez, P. W. (2018). El pensamiento crítico aplicado a la investigación. *Universidad y Sociedad*, Vol.10 (Número 1), págs. 336-342. ISSN: 2218-3620. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/803>
- [18] Mérida Donoso, J. (2021). Postulados éticos para una didáctica ecologista en el aula. Frente al escepticismo ecológico, responsabilidad educativa, responsabilidad política, *REVISTA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD* 3 (1), 1101, en: <https://revistas.uca.es/index.php/REAyS/article/view/6565/7892>
- [19] Mora Penagos, W. (2015). «Desarrollo de capacidades y formación en competencias ambientales en el profesorado de ciencias.» *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología Tecné, Episteme y Didaxis: TED* 1 (38): 185-203. <https://doi.org/10.17227/01213814.38ted185.203>
- [20] Murga-Menoyo, M. A. (2015). Competencias para el desarrollo sostenible: las capacidades, actitudes y valores meta de la educación en el marco de la Agenda global post-2015. *Foro de Educación*, 13(19), 55-83. doi: <http://dx.doi.org/10.14516/fde.2015.013.019.004>
- [21] Murga-Menoyo, M. (2018). “La formación de la ciudadanía en el marco de la Agenda 2030 y la Justicia Ambiental”, *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, vol. 7, núm. 1, pp. 37-52.
- [22] Naciones Unidas (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf
- [23] Núñez, I. (2019). «Educación para el Desarrollo Sostenible: hacia una visión sociopedagógica». *Controversias y Concurrencias Latinoamericanas* 19: 291-314. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5886/588661549016/588661549016.pdf>
- [24] Pérez De Ontiveros Molina, A. (2021). La Escuela Bosque como modelo de escuela alternativa: antecedentes, características y repercusión. *Revista de Educación ambiental y sostenibilidad*, 3 (1), 1303, en: <https://revistas.uca.es/>

- index.php/REAYs/article/view/6994/8033
- [25] Perico-Granados, N., Ávila, E., Soto, A., Vargas, Y., Rodríguez, A., Mesa, L. (2012). Estudios preliminares de Ingeniería civil con responsabilidad ambiental, Tunja: Universidad Santo Tomás, en: https://www.ustatunja.edu.co/images/01-USTATunja/05-USTA-Tunja-ProgramasAcademicos/Pregrado/IngenieriaCivil/2017/Documentos/Estudios_Preliminares_Com.pdf
- [26] Perico-Granados, N., Caro-Camargo, C., Acosta-Castellanos, P., Bohórquez-Herrera, J. (2015). PÁRAMO DE SISCUNSI, EN LA CUENCA ALTA DE LA MARTINERA, Encuentro internacional de Educación en Ingeniería, en: <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/1164/1168>
- [27] Perico-Granados, N., Caro-Camargo, C., Acevedo-Agudelo, W., Sánchez, D., Dávila-Bonilla, M., Arévalo-Algarra, H. (2019). Zonas de inundación, Ríos Jordán y La Vega, Tunja, Ingenio Magno, V 10, n 1, pp. 10-22, en: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/Dialnet-ZonasDelnundacionRiosJordánYLaVegaTunja-7537075.pdf>
- [28] Perico-Granados, N., Montaña, A., Uricoechea, M., Vargas, M., Arévalo-Algarra, H. (2019). Propuesta alternativa de coagulantes naturales, L'esprit Ingénieur, 10 (1), 127-142, en: <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/lingenieur/article/view/2125>
- [29] Perico-Granados, N., Galarza, E., Díaz Ochoa, M., Arévalo-Algarra, H., Perico-Martínez, N. (2020). GUÍA PRÁCTICA DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA: Apoyo a la formación de docentes y estudiantes, Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO. En: https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/10822/Libro_Gu%C3%ADa%20practica%20de%20investigaci%C3%B3n%20en%20ingenier%C3%ADa_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [30] Perico-Granados, N., Umba-Erazo, M., Tovar-Torres, C., Reyes-Rodríguez, C. (2020). Proyectos educativos para estudiantes de educación básica en Colombia: Estrategia de aprendizaje en matemáticas, Revista Venezolana de Gerencia, 25(92), 1741-1757. En: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/34292> <https://doi.org/10.37960/rvg.v25i92.34292>
- [31] Perico-Granados, N., Tovar-Torres, C., Reyes-Rodríguez, C., y Perico-Martínez, C. (2021). La Formación de docentes y transformaciones desde la ingeniería, Bogotá: Corporación universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO, en: <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/11822>
- [32] Perico-Granados, N.R. Arévalo-Algarra, H.M. Reyes-Rodríguez, C.A. Perico-Martínez, C.A. Claudia-Vera, M. y Monroy, J. (2021). Sitios de inundaciones causadas por los ríos La Vega y Jordán, Tunja (Boyacá).

- Tecnura, 25(67), 86-101. <https://doi.org/10.14483/22487638.15248>
- [33] Robles Pihuave, C. (2019). La formación del pensamiento crítico: habilidades básicas, características y modelos de aplicación en contextos innovadores. *Rehuso*, Vol. 4(Número 2), págs. 13-24. ISSN: 2550-6587. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7047154>
- [34] Rocha Gil, Z., Suárez Ramírez, E., & Cuellar Rodríguez, L. (2017). Influencia de la restauración ecológica sobre la calidad fisicoquímica y biológica del agua, caso quebrada La Colorada. *Cuaderno Activa*, 9(9), 77-91. Recuperado a partir de <https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/422>
- [35] Rodrigo-Cano, D., Pico, M., y Dimuro, G. (2019). «Los Objetivos de Desarrollo Sostenible como marco para la acción y la intervención social y ambiental». *Retos* 9 (17): 25-36. <https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.02>.
- [36] Ruiz-Meza, J.-L., Castellanos-Adarme, M., Alzate-Ortiz, F., & Flórez-Gutiérrez, A. (2021). Aplicación del aprendizaje basado en problemas en el programa de Ingeniería Industrial: caso de estudio aplicado en el curso de Gestión de Cadenas de Suministro. *Revista Científica*, 41(2), 169–183. <https://doi.org/10.14483/23448350.16248>
- [37] Saiz Sánchez, C. y Fernández Rivas, S. (2012). Pensamiento crítico y aprendizaje basado en problemas cotidianos. *Revista de Docencia Universitaria*, Vol.10 (3), págs. 325 - 346 ISSN:1887-4592. <https://polipapers.upv.es/index.php/REDU/article/view/6026/6091>
- [38] UNESCO (2021). Engineering for sustainable development: delivering on the Sustainable Development Goals. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization: International Center for Engineering Education (ICEE). ISBN: 978-92-3-100437-7. Paris- Francia. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf00000375644.locale=en>