

## Construcción de conocimiento sobre el agua y los ODS a partir del pensamiento crítico

**Néstor Rafael Perico-Granados**

E-MAIL: nestor.perico@uniminuto.edu.co

Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO

**Laura Katherine González-Díaz**

E-MAIL: laura.gonzalezd@uniminuto.edu.co

Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO

**Heidy Madeleine Arévalo-Algarra**

E-MAIL: heidyarevalo2019@gmail.com

Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO

**Constanza Dorey García-Puentes**

E-MAIL: cogarcia@uniminuto.edu.co

Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO

### RESUMEN

Es un artículo producto de investigación que tuvo como objetivo promover la educación sostenible, con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, mediante el pensamiento crítico, en un curso de Ingeniería Civil, en la Universidad Corporación Minuto de Dios-UNIMINUTO. Se construyó conocimiento sobre la sostenibilidad ambiental y se hizo la evaluación para observar los cambios en los aprendizajes sobre la materia. Se obtuvieron conclusiones como la necesidad de incluir en los planes de estudio los contenidos sobre desarrollo sostenible para que exista una mayor apropiación y consolidación de los conocimientos y de las competencias sobre la materia.

**PALABRAS  
CLAVES:**

conservación del agua, educación para el desarrollo sostenible, objetivos de desarrollo sostenible, pensamiento crítico, proyectos

Exploitation of the hydro-energy potential in an isolated mini-hydroelectric.

### ABSTRACT

It is a research article that aimed to promote sustainable education, with the Sustainable Development Goals, through critical thinking, in a Civil Engineering course, at the Universidad Corporación Minuto de Dios-UNIMINUTO. Knowledge about environmental sustainability was built and the evaluation was carried out to observe the changes in learning on the subject. Conclusions were obtained such as the need to include content on sustainable development in the study plans so that there is greater appropriation and consolidation of knowledge and skills on the subject.

**KEYWORDS:**

water conservation, education for sustainable development, sustainable development goals, critical thinking, projects

## 01 INTRODUCCIÓN

A escala global, la energía hidroeléctrica es la forma de energía renovable más utilizada, con más de 1,2 Tera vatios (TW) de capacidad instalada. Sin embargo, la potencia instalada a nivel mundial de las pequeñas hidroeléctricas (hasta 10 MW) se estima en 78 gigavatios (GW) en 2016. Las minicentrales representan aproximadamente el 1, 9% de la capacidad total de energía del planeta (Cayetano et al. 2017).

En las mini y micro centrales hidroeléctricas autónomas ubicadas en regiones montañosas de Cuba, los consumidores no aprovechan todo el potencial energético disponible en el recurso hídrico producto de la mala calidad de la energía generada en estas centrales según las normas técnicas vigentes (Peña y Fariñas, 2020).

Las mini y micro centrales hidroeléctricas de Cuba a menudo presentan problemas de operación, las principales causas son: pobre control de la frecuencia y la potencia, así como deficiente distribución de la demanda (HIDROENERGIA, 2018). Los factores de diseño también implican problemas en la operación como: excesiva relación entre la longitud de la tubería y la carga hidráulica (L/H), momento de inercia ( $GD^2/4g$ ) inadecuado, entre otros. Estos aspectos propician baja calidad de la energía y una baja eficiencia energética, que trae como consecuencia que los hidro grupos operen fuera de su punto de operación óptimo (Peña y Fariñas, 2020).

En este artículo se hace un estudio de caso de una mini hidroeléctrica aislada, que presenta problemas con la disponibilidad del agua para la generación (el agua se agota rápidamente), la misma presta servicio a una comunidad rural, para ello cuenta con una turbina de fabricación cubana 650X65 acoplada a un generador sincrónico de 1800 rpm.

Entre las barreras que actualmente tiene el desarrollo de la hidroenergía está la disminución de los recursos hídricos, por efectos del cambio climático. Esta futura disminución de las aportaciones hidrológicas perturbará sobre todo a las centrales hidroeléctricas de tipo fluyente, sin capacidad de regulación, traduciéndose en una disminución de horas equivalentes de funcionamiento (Cayetano, 2017).

Dos cuestiones resaltan la importancia del estudio, el uso racional del agua y la eficiencia energética de la instalación. Operar la turbina fuera de los parámetros óptimos de diseño no solo repercute en la calidad de la energía eléctrica generada, conduce entre otros problemas a un inadecuado consumo de agua.

Acerca de los métodos para lograr los parámetros óptimos en las mini hidroeléctricas aisladas se propone el almacenamiento de energía (Yadav y Mathew, 2014), empleo de sistemas híbridos (Khodadoost, 2017), regulando el caudal de agua de entrada a la turbina y la carga (Dreidy et al. 2017). Sin embargo, el proyecto y la explotación de las pequeñas centrales hidroeléctricas es el resultado de la aplicación de diferentes ciencias, resulta imposible tratar de resolverlos mediante el análisis fraccionado (Sharma and Singh, 2013).

La investigación bibliográfica realizada demuestra que el tema del aprovechamiento óptimo del potencial hidro energético depende en gran medida de la regulación de los parámetros de trabajo, lo cual resulta complejo para mini hidroeléctricas aisladas, no obstante, no existen evidencias del comportamiento de los parámetros de operación de las turbinas 650X65 en relación con el potencial hidro energético disponible para lograr su aprovechamiento eficiente.

El objetivo del trabajo fue evaluar el aprovechamiento del potencial hidro energético disponible aplicando una metodología integradora que contribuye a la mejora de la eficiencia energética en el proceso de transformación de la energía hidráulica en eléctrica.

## 02 MATERIALES Y MÉTODOS

### EDUCACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD

De acuerdo con Mora (2015) el desarrollo sostenible, como todo proceso, avanza con base en los valores y formas de comportamiento humano y no depende solo de la aplicación de técnicas y programas. Según Perico-Granados, Tovar-Torres et al., (2021) con la sensibilización a la comunidad académica, cimentada por la investigación, la docencia y la proyección social se obtienen resultados crecientes en la sustentabilidad. Es un desafío que nos compromete a todos para disminuir los impactos desde el uso de materias primas hasta la utilización de la energía de forma apropiada. De esta manera, la educación para la sostenibilidad es una función estratégica en la sociedad, aspecto que la convierte en un factor clave que incide en el modelo de desarrollo establecido para llevarlo por el camino de la sostenibilidad y la equidad, con la transformación para tener una sociedad justa para todos. Entonces, la educación sostenible debe apoyarse más en los planteamientos éticos aspecto que la hace incompatible con la publicidad agresiva que estimula un consumo poco inteligente. Se requiere un mundo más solidario y menos competitivo.

Por tanto, para una educación en la sostenibilidad, son indispensables herramientas para la alfabetización ambiental, mediante reflexiones con los seres humanos, a través del pensamiento crítico sobre su entorno. Según Rodrigo-Cano et al (2019) la ecociudadanía refuerza la libertad, autonomía crítica y la participación ciudadanía, en las cuestiones sociales, económicas, ecológicas e interculturales, a partir del uso adecuado de la tecnología comunicativa. Al respecto, la educomunicación ambiental debe entenderse para este contexto como la capacitación para la acción y caracterización de la búsqueda de soluciones y participación democrática para una visión de un futuro utópico respecto del ambiente, con acciones para disminuir los riesgos que hoy afronta el ser humano y el planeta, por la carencia de educación frente a su entorno ambiental. Entonces, hace falta colaboración para la mitigación y adaptación al cambio climático, a partir del trabajo estructurado y retador de los maestros en y fuera del aula.

Al respecto, de acuerdo con Valcazar (2019) se necesitan docentes que se cualifiquen para construir el conocimiento indispensable y formen en las competencias que el momento lo requiere, en este caso de sostenibilidad, a los estudiantes. Igualmente, la responsabilidad se extiende a todos los actores educativos y entre ellos docentes, estudiantes, directivos y administrativos. En este aspecto, es esencial la participación de estos actores y de representantes gubernamentales y organizaciones sociales orientadas a la solución de problemas sociales de la vida cotidiana, a partir de la formación en las competencias humanas y disciplinares. De acuerdo con Núñez (2019) y Perico-Granados, Tovar-Torres, et al. (2021) la formación por competencias comprende habilidades y destrezas que se fortalecen con la interacción académica y la comunicación educativa y en muchos casos se fortalecen con proyectos. Entonces, se forman competencias para la educación cimentada en presupuestos con la orientación para la supervivencia de las personas de esta generación y de las venideras.

De la misma manera, Núñez (2019) dice que hacen parte para la formación sostenible la pertenencia social de los estudiantes, con sus componentes diversos, complejos, transdisciplinares, socio económicos, culturales y didácticos, con la construcción del conocimiento de manera transversal, en teoría y en práctica, en sus entornos. De acuerdo con Murga-Menoyo (2015) la

formación en sostenibilidad solicita su inclusión en el currículo y el compromiso real y consciente de los maestros. Estos aspectos trabajados con reflexión y flexibilidad contribuyen en la formación de seres humanos con elementos para la sostenibilidad. Así, se construyen competencias en los diferentes niveles educativos, en los profesores y en los discentes con principios y valores del desarrollo sostenible. Surge la sostenibilización curricular, como educación para el desarrollo sostenible y no sobre el desarrollo sostenible. Entonces, es la propuesta para la formación de competencias en la sostenibilidad adaptada a circunstancias, niveles y perfiles del entorno en donde se lleva a cabo el proceso.

### PENSAMIENTO CRÍTICO

Para los docentes es una responsabilidad formar en el proceso del pensamiento crítico a los estudiantes a lo largo de los espacios académicos en la construcción del conocimiento y en la evaluación integral: heteroevaluación, coevaluación y autoevaluación (López-Fernández, 2021). En el espacio académico, de acuerdo con Mackay-Castro et al., (2018) cuando una persona se pregunta acerca de ciertos temas, puede obtener respuestas constructivas en un contexto más analítico, haciendo un buen uso de su pensamiento crítico, que incluye razones y argumentos que se presentan al momento de analizar un texto. Sin embargo, el pensamiento crítico se conceptualiza de diferentes formas a lo largo del tiempo, por autores que investigan el tema. Por ahora, interesa la perspectiva para su aplicación en la pedagogía. De esta manera, se resuelven problemas a partir de las estrategias, los procesos y se toman decisiones en el aula y en los diferentes ambientes de aprendizaje, pero sus competencias quedan para todo el desarrollo profesional y personal.

De acuerdo con Bezanilla, et al. (2018) su enseñanza y su aprendizaje en el aula, parte del debate a lo largo de la escuela en primaria, secundaria, profesional y posgradual. Al respecto, la lógica es importante para cimentar el pensamiento crítico, que se construye a partir de los pensamientos abstractos y críticos mentales, para aumentar el nivel de conocimiento y de capacidades para decidir. Según Mackay-Castro et al. (2018) el usar eficientemente el pensamiento crítico, incrementa su capacidad de análisis y cualificación de la información relevante y útil. Para Perico-Granados, Tovar-Torres, et al. (2021), con una adecuada orientación en la investigación por proyectos se fomenta y desarrolla la postura crítica para transformar los contextos. Entonces, se debe educar en pensamiento crítico para la vida durante la etapa educativa, profesional y en la rutina del día a día y para ello la formación de docentes con pensamiento crítico es el primer paso.

### LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se plantearon como una agenda universal para el desarrollo sostenible a favor de las personas, del planeta y la prosperidad. Tienen entre sus propósitos fortalecer la paz universal dentro del concepto de libertad, erradicar la pobreza en todas sus formas, incluyendo la pobreza extrema, educación de calidad, agua limpia y saneamiento y ciudades y comunidades sostenibles, entre otros, a partir de las drásticas acciones y consecuencias que producen los procesos climáticos (Naciones Unidas, 2018). En un proceso de negociación entre los miembros de las Naciones Unidas, actores de la sociedad civil, de la academia y el sector privado establecieron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, con sus Objetivos de Desarrollo Sostenible. Se incluyen 17 objetivos y 169 metas con los aspectos económicos, sociales y ambientales.

Allí se presentaron las prioridades de la comunidad internacional para resolverlas entre los años 2015-2030, con fundamento en la igualdad y dignidad de las personas, con propuestas para cambiar el estilo de desarrollo, con el respeto al ambiente (Naciones Unidas, 2018). Con base en los resultados que hasta el momento son débiles, de acuerdo con Bello-Benavides et al (2021) es urgente diseñar y

ejecutar acciones que mitiguen el cambio climático y en unos casos permitan la adaptación a las nuevas circunstancias. Según Araque-Niño, et al., (2018), con la visibilización de los escollos ambientales, propuestas de cambios del entorno y con promoción de sus soluciones se consiguen avances significativos. Entonces, esta generación más que otras, tiene la responsabilidad de afrontar el tema y promover todas las acciones indispensables para la sostenibilidad de las personas y de la naturaleza en el tiempo.

Con respecto al agua limpia y saneamiento, se espera que se garantice su disponibilidad y su gestión sostenible para todas las personas, quienes deben tener acceso a agua potable segura y asequible, dado que unas de ellas en el mundo tienen el acceso a este servicio y a los sistemas de saneamiento, pero lamentablemente muchas no cuentan con ello. Según las Naciones Unidas, (2018) la escasez del agua afecta a más del 40% de la población a nivel mundial y con las proyecciones, sin virajes importantes, en el año 2050 por lo menos una de cada cuatro personas se verá afectada por recurrente escasez de agua. Para Cajigal Molina et al., (2017) las consecuencias las sufren las personas vulnerables de los países en desarrollo, aunque quienes más inciden en su generación son los desarrollados.

De acuerdo con Perico-Granados, Arévalo-Algarra et al., (2021) sufren las consecuencias de la escasez y a la vez también las de las inundaciones por las deforestaciones en las cuencas, dado que hace falta agua en unos periodos de tiempo y en otros momentos sobra. Ambos fenómenos son causados por el cambio climático y generados especialmente por el mismo ser humano. Se necesita cooperación internacional para proteger humedales, ríos y especialmente las cuencas que son las que regulan los caudales de forma natural y para ellos es necesario restaurar los ecosistemas. En este sentido, también se requiere promover el tratamiento de agua, en lo posible con métodos naturales, para evitar la contaminación y las consecuencias dañinas de los químicos (Perico-Granados, Montaña et al., (2019).

Con respecto al objetivo de Ciudades y Comunidades Sostenibles, se pretende que los asentamientos humanos sean inclusivos, resilientes y sostenibles, dada la alta concentración de personas en unas ciudades. De acuerdo con Naciones Unidas, (2018) en año 2014 existían 28 ciudades, con 453 millones de personas, con un promedio mayor de 16 por cada una. En ellas se desarrollan procesos de cultura y negocios, pero también crece la pobreza. Entonces, para la sostenibilidad en las ciudades y en las comunidades se deben crear viviendas asequibles y de buena calidad, invertir en las condiciones de los asentamientos vulnerables, mejorar el transporte público y construir espacios verdes. Sin embargo, tal vez lo más importante es invertir en preservar las cuencas aguas arriba de las comunidades y de las ciudades para evitar deslizamientos catastróficos y sequías arrasadoras.

Según Gamboa-Bernal (2015) con verdaderos cambios de actitud y comportamiento social, mediante una cultura solidaria, inclusiva y menos dependiente de ideologías de mercado consumista, que llevan a consumos excesivos de recursos, se pueden desarrollar los objetivos sostenibles para la vida y para la naturaleza. En este sentido, los ODS orientados a la disminución del cambio climático son viables, pero con un cambio de la cultura dominante, con base en poner en primer lugar el medioambiente que, a las personas, dado que, si se trabaja más en pro de un espacio sano en el mundo, el beneficiado será para el ser humano y todo ser vivo que habita en el planeta.

### 03 METODOLOGÍA

Esta investigación hace parte de una de mayor cobertura con estudiantes de seis espacios académicos. En esta se llevó a cabo con el curso de Hidráulica de Tuberías, en sexto semestre durante el año 2021, con doce estudiantes, que representan la población. Se hizo de forma cualitativa, con un proceso de acción en educación. En un primer momento se aplicó una valoración para establecer las competencias y conocimientos que tienen los estudiantes sobre la retención del agua en los páramos, los efectos que producen en ellos el incremento de la frontera agrícola y los daños aguas abajo por las deforestaciones. Se hizo con una matriz que fue validada por un comité de expertos con formación de doctorado. Durante el semestre la investigadora principal, durante cinco a diez minutos por cada sesión de clases, cada semana, presentó la importancia del pensamiento crítico y su incidencia en los compromisos de los estudiantes con las comunidades y las ciudades sostenibles y el agua, como parte de los Objetivos de Desarrollo sostenible, ODS.

Igualmente, la investigadora desarrolló el método de proyectos con sus estudiantes de pregrado, en equipos de dos o tres de ellos, con problemas conocidos en sus inmediaciones, con el propósito de construir con mayor fundamento los conocimientos. Se hizo con la propuesta de Perico-Granados, Galarza, et al., (2020) para su formulación y desarrollo. Al finalizar el semestre se tomó una segunda valoración, con la misma rúbrica, para establecer los avances en las competencias y conocimientos descritos en los estudiantes. En todos los casos se pidieron los permisos escritos de los participantes para el tratamiento de los datos.

En este segundo momento se estableció un problema del entorno de los estudiantes sobre el páramo de Guerrero, aspecto mencionado muy poco a lo largo del curso, ubicado en el departamento de Cundinamarca. Este tiene en su cobertura vegetal varias especies nativas, pero se han sembrado otras exóticas como los eucaliptus y los pinos, que lamentablemente deterioran los suelos, disminuyen la calidad y el espesor de la capa vegetal y como consecuencia merma la capacidad de retención del agua. De acuerdo con Perico-Granados, Arévalo-Algarra et al., (2021) los páramos en la capa vegetal pueden retener hasta el 90% de su volumen en agua, en su estado natural y con su disminución baja la capacidad de regulación. Al respecto, junto con la siembra de cultivos de forma periódica, por parte de los campesinos, la vida útil del embalse del Neusa se acorta y disminuyen los caudales para el suministro del agua a las poblaciones como Zipaquirá, Nemocón y Cogua.

De las preguntas que se formularon a los estudiantes sobre la situación descrita, con base en la matriz de la rúbrica validada se cuestionó sobre los argumentos analíticos, con base en referentes, de lo descrito en el páramo. Se indagó sobre los conceptos éticos que de allí se derivan y la contradicción sobre los intereses de las comunidades involucradas. Igualmente, se cuestionó sobre las actitudes de ellos en procesos similares que se presentarán en su futuro personal y profesional. Sobre los conocimientos y competencias de los discentes se valoró con deficiente (D), regular (R), bueno (B) y muy bueno (MB), en ambos momentos. En la tabla 1 se presentan en orden secuencial las respuestas en el momento uno y en el momento dos a las cuatro preguntas descritas.

Tabla 1. Respuestas de estudiantes sobre el Páramo.

Estudiante	Preg.1	Preg.2	Preg.3	Preg.4	Preg.1	Preg.2	Preg.3	Preg.4
Uno	D	D	D	D	D	D	D	D
Dos	D	D	D	D	R	R	R	B
Tres	D	D	D	D	R	R	R	R
Cuatro	D	D	D	D	R	R	R	R
Cinco	D	D	D	D	R	R	R	R
Seis	D	D	D	D	R	B	R	R
Siete	D	D	D	D	R	R	R	R
Ocho	D	D	D	R	R	R	R	B
Nueve	D	R	R	R	R	R	B	B
Diez	D	D	D	D	R	R	R	R
Once	R	R	R	R	B	B	B	B
Doce	D	D	D	D	D	D	D	D

Fuente: autores de la investigación, 2021

## 04 RESULTADOS Y ANÁLISIS

La profesora e investigadora les advirtió desde el principio que los aprendizajes y las competencias que se tratarían sobre los ODS y el pensamiento crítico son muy importantes, pero que al finalizar el curso no tendrían evaluación. Al respecto, en promedio diez estudiantes en su primera valoración presentaron conocimientos y competencias deficientes y con el trabajo de la investigadora principal, en la segunda pasaron en promedio a regular. Sin embargo, dos discentes en ambos momentos, al principio del semestre y luego de trabajar los contenidos sobre sostenibilidad al finalizar el semestre, continuaron con el mismo deficiente. Cuatro tuvieron bueno con una breve argumentación, especialmente en las propuestas, aunque con poca citación. Solamente uno de ellos pasó de regular en promedio en un primer momento, con unos conocimientos previos sobre la temática, a bueno en el segundo, con propuestas sobre responsabilidad en su profesión. Entonces, es posible que los discentes se preocuparan por los contenidos de la asignatura que sí tendría evaluación y los relacionados con el ambiente no los tomaron en serio y fueron vistos incluso en unos casos de manera irresponsable. Este aspecto Murga-Menoyo (2015) lo presenta como una necesidad para incluirlo como sostenibilidad curricular. Se puede concluir que es necesario incluir los conocimientos y competencias de sostenibilidad en los planes de estudio para que aprendan, tanto de forma teórica como práctica y puedan ser evaluados.

En cuanto a la primera pregunta sobre los análisis que ellos hacen con respecto a lo descrito en el páramo, con argumentaciones y citas, los estudiantes tienen conciencia por la afectación que le genera la agricultura al páramo como la erosión y por los sedimentos que produce, con disminución de la capacidad del embalse. Expresaron que unos árboles, como los exóticos, son fuente de limpieza del aire contaminado, con la absorción del gas carbónico y la expulsión de oxígeno, pero a la vez son dañinos para las fuentes de agua. Sin embargo, tienen claro que los campesinos necesitan sembrar para obtener su sustento, aspecto que en los páramos crea daños en los acuíferos del cual se pueden obtener las fuentes de agua potable. Así se contribuye al daño que genera todos los años con sedimentos, y daños climáticos, aspectos que plantean González-Gaudio et al., (2020). En este sentido, las prácticas agropecuarias afectan a los páramos que, como ecosistemas únicos e indispensables para la conservación de agua, se están degradando por estas malas y dañinas prácticas.

Ellos son conscientes que no se pueden sacar a los campesinos de los páramos de forma fácil y rápida y plantean que debe existir un equilibrio entre el suelo destinado a cultivo y el suelo

considerado como reserva y como recurso natural valioso, fuente de agua y albergue de especies endémicas que deben ser protegidas. Sin embargo, insisten en que la tierra de páramo no debe ser destinada a cultivo porque estos son reservorios de agua que alimentan nuestras fuentes de agua potable. Ellos sugieren que en pendientes mayores a 40 grados no se permita la agricultura ni explotación minera ni agropecuaria y además se proteja la ronda de los ríos en los 30 metros que se tiene establecido. Estos aspectos se deben cumplir en todas las áreas del territorio nacional y con mayor razón en reservas naturales. Lastimosamente en la realidad estas normas no se cumplen, cada vez se talan más árboles en los páramos y en los bosques y se explota la tierra contaminando ríos y sedimentando los embalses. Tienen buenas exposiciones, pero adolecen de argumentación conceptual y se hacen sin citas de normas o de autores, aspecto que requiere de fundamentos con un pensamiento crítico, como lo expresa Cangalaya (2020). Con dos excepciones diez estudiantes tuvieron deficiente al principio y en la segunda evaluación pasaron a regular. Uno de ellos sí hizo buenas reflexiones al respecto. Entonces, si hace falta mucha más formación en los discentes para que tomen conciencia del presente y asuman en perspectiva sus responsabilidades sobre la sostenibilidad ambiental.

Con respecto a la pregunta sobre los conflictos éticos los estudiantes vislumbran las diferencias de los modos de vida en el campo y sus necesidades para sobrevivir, pero advierten sobre las consecuencias para otras comunidades. Sin embargo, plantean que el páramo debe tener una mayor protección, por parte del Estado colombiano para evitar que los buenos propósitos se queden en ilusiones como lo expresa Rodrigo-Cano et al (2019). En este sentido, varios de ellos expresan, con respecto a las consecuencias que produce la ingeniería civil, entre otras, sobre la sobreexplotación de las materias primas para la construcción y el consumo de energía, pero la más significativa es la afectación a los páramos y como consecuencia sobre el flujo de agua. Al respecto, en la construcción y en muchas obras se hacen usos inadecuados de la misma, con frecuencia se malgasta el agua y se van agotando las reservas que contienen los páramos, con la posibilidad cada vez menor de recarga por su deterioro.

De la misma manera, plantean que como profesionales de la ingeniería civil es importante tomar conciencia para hacer mejor uso de este preciado líquido, diseñando mejores sistemas de acueductos para que sean óptimos. Adicionalmente, es necesario optimizar el diseño y construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales para descontaminarlas y optimizar la cantidad de aguas disponibles para varios usos domésticos, de abrevadero y de regadío, como lo plantean Araque-Niño et al., (2018). Algunos de ellos expresaron la incidencia de la corrupción, a veces por desinformación, que muchas otras personas desobedecen las normas, se aprovechan de las tierras y no se respetan las cuencas. Con ello atentan contra las reservas naturales y contra los bienes públicos, en detrimento del bienestar de la mayoría de las personas. En términos generales los discentes presentaron ideas interesantes con ninguna argumentación, con base en autores o en normas. La valoración fue similar a la primera pregunta, aunque ya hubo dos personas que hicieron mejores reflexiones en el segundo momento. Al respecto, es necesario formar a los estudiantes con conceptos y cimentación en autores que han trabajado estos temas, con más profundidad, para que su argumentación sea sólida.

En cuanto a las contradicciones que los estudiantes observan entre las comunidades y los intereses individuales, los discentes pueden ver las consecuencias negativas de la explotación del páramo y observan sus procesos desastrosos en varias causas. Proponen privilegiar el cuidado del ambiente, por encima del ser humano, para que este pueda sobrevivir como especie en el tiempo. Hoy se explotan los recursos naturales de forma poco inteligente y sin un balance entre la naturaleza y lo que se necesita para el futuro. Insisten en la falta de conocimiento y de conciencia por parte de



esta generación quienes no están haciendo lo suficiente en el cuidado y conservación del medio ambiente. Se presenta en especial en los ecosistemas de páramos, ya que la mayoría de las personas se concentran más en la producción de recursos económicos y en la acumulación de productos y de bienes, sin mirar las afectaciones que con estos aspectos se producen al entorno y especialmente a la naturaleza. Proponen investigar más como lo expresan Perico-Granados et al., (2019) para remplazar los químicos por medios naturales en tratar las aguas. En este sentido, ven con más preocupación por las afectaciones que se están generando para las futuras generaciones.

Ellos expresaron sobre la producción de los alimentos, por parte de los grandes agricultores, que se preocupan en producir con independencia de las consecuencias negativas a las cuencas y les quitan espacio a los bosques y a los páramos. Dijeron que los agricultores y los ganaderos se preocupan por su bienestar presente y no ven que, en el futuro, por las pérdidas en los bosques y en los páramos también se verán afectados ellos, como todos los seres vivos. Se necesita de un proceso de sensibilización como lo plantea Bello-Benavides, et al (2021), en los jóvenes y en las comunidades que tienen una responsabilidad al respecto. Cuando no se protegen los recursos que se tienen en el presente, probablemente las generaciones de hoy, pero con seguridad las futuras van a pagar un costo muy elevado por el agua, ya que estos gremios tienen intereses particulares en el presente, que ponen por encima de los intereses colectivos, aspecto que con toda seguridad ocasionará grandes dificultades en los años por venir.

En un sentido parecido, expresaron que las actuales generaciones que se dedican a la minería del carbón, del oro y de otros minerales piensan en el aprovechamiento de los recursos naturales con fines de acumulación para su beneficio, pero dejan de lado la conservación natural para el bienestar de las futuras generaciones. De manera irresponsable dejan escombros en sitios que contaminan las aguas de escorrentía y las subterráneas, el suelo y el aire. Adicionalmente, utilizan químicos como el mercurio que dañan la fauna y la flora terrestre y acuática. Falta formación en principios, valores, conciencia y solidaridad con las personas que viven cerca y con el ambiente y así acaban con la flora y desplazan la fauna como lo expresa Murga-Menoyo (2018). Con excelentes ideas presentan sus exposiciones, aunque con poca argumentación referenciada con autores o con normas, que hagan visible el desastre que un puñado de hombres le infligen a la naturaleza. En los indicadores se tienen resultados parecidos a las preguntas anteriores, pero en el segundo momento se incrementó la reflexión importante de un estudiante que obtuvo una buena calificación.

En cuanto a la pregunta sobre sus compromisos presentes y futuros los estudiantes fueron más explícitos. Al respecto, la totalidad de los estudiantes conocen unos de los problemas que se causan al ambiente y en este caso a los páramos, en diferentes grados de percepción. Ellos sí tienen la intención de preservar estos ecosistemas, pero hace falta más conocimientos y competencias que les permita con más claridad afrontar los problemas que se están presentando. Falta formación y construcción de principios y de valores para la sostenibilidad, como lo plantea Núñez (2019). Entre otras propuestas plantean fomentar la educación a los campesinos y a los estudiantes para comenzar con la solución de este tipo de problemas. Al respecto, es vital construir una legislación actualizada y con más exigencias para evitar la permisividad del Estado con muchas personas que se dedican a explotar los recursos sin ningún tipo de intervención del gobierno, como en las grandes quemadas de los bosques y selvas para dedicar esas tierras a cultivos ilícitos y a la ganadería extensiva.

De otro lado, proponen desarrollar campañas para establecer compromisos de ahorro del agua en todos los niveles y buscar maneras en la profesión de la ingeniería que sean eco amigables y que en lo posible no generen impactos negativos al medio ambiente. Varios estudiantes se comprometen a llevar a cabo sus proyectos para que sean sostenibles y evitar las afectaciones a esta y a las

generaciones futuras, especialmente se comprometen a aplicar y promover el conocimiento de un buen trato hacia los páramos y la naturaleza en general. Entonces, es indispensable formar a los estudiantes para que al ejercer la profesión analicen las consecuencias irreversibles que se pueda generar y se encuentren las formas de evitarlas, como lo proponen Bello-Benavides et al., (2021).

Cuatro estudiantes propusieron el compromiso para elaborar mejores diseños en sus obras para optimización de los recursos no renovables y evitar el daño a los renovables. Ellos mismos ven la oportunidad en sus construcciones formar a sus trabajadores para que actúen de forma solidaria con todas las personas y con las futuras generaciones. Igualmente, proponen establecer diferentes terrenos que sean aptos para los cultivos y de esta manera se protegen los reservorios de agua que están en estos yacimientos, que afortunadamente abundan en el país. Ellos tienen conciencia de la riqueza que hay en Colombia, dado que aquí están ubicados más del 50% de los páramos que hay en el mundo y si los descuidan se perjudica más al planeta. Entonces, sobre el aspecto agropecuario se puede encontrar un equilibrio para cuidar el ambiente y a la vez buscar nuevas oportunidades para quienes viven de estos medios.

Cuando los estudiantes, en funciones profesionales, tengan cargos con competencias de protección ambiental, harán cumplir las normas ambientales para el correcto aprovechamiento de los recursos. Ellos cumplirán con la preservación y protección de las rondas de los ríos y supervisarán para la correcta disposición final de los desechos de las obras. Se comprometen a llevar a cabo capacitaciones sobre los parámetros de las normas ambientales a la población rural, con quienes tiene interacción laboral y a sus colaboradores, para concientizarlos sobre el correcto uso de los recursos, especialmente el agua, los árboles y los materiales de construcción. De esta manera se evita que sufran las consecuencias del cambio climático, que como lo expresan Cajigal Molina et al., (2017) lo sufren las comunidades más vulnerables.

Es importante establecer medidas sostenibles y formar a las personas, tanto de manera teórica como práctica, sobre el manejo adecuado de los recursos, como la apropiada separación de los desechos, cuidado de los ríos, disminuir la contaminación, entre otros aspectos que ellos proponen que pueden implementar en sus vidas profesionales. Argumentan que por el mal uso que se hace con los recursos y luego en la disposición inapropiada de los residuos, se está viendo el incremento de la contaminación ambiental. Igualmente, plantean que se comprometen a explorar opciones para desarrollar construcciones amigables con el medio ambiente, con la menor explotación de materias primas para el uso en estos procesos, con la devolución al planeta, así sea parcial, de lo que se le ha quitado. Entonces, existen elementos para afirmar sobre los daños que le generan las empresas, por su interés primordial en ver crecer los números negros en sus balances y muy poco piensan en cómo ayudar para sostener el planeta, bajar el índice de contaminación y la aplicación de los buenos usos de los recursos naturales.

## 05 CONCLUSIONES

La educación en desarrollo sostenible es fundamental que se lleve a cabo, con implementación en los currículos, para que los estudiantes construyan los conocimientos de manera teórica y práctica, desarrollen las competencias con mayor responsabilidad y se evalúen al finalizar el periodo correspondiente, en conjunto con todos los de la asignatura correspondiente.

Es una tarea inaplazable llevar a cabo mucha más formación en los discentes, para que tomen conciencia del presente sobre los daños que se producen a los páramos y asuman en perspectiva sus responsabilidades sobre la sostenibilidad ambiental. La formación en pensamiento crítico debe

llevarlos a analizar los problemas de degradación de estos reservorios y desarrollar propuestas que permitan obtener soluciones a corto y mediano plazo.

En los conocimientos y competencias sobre la parte ética, aunque unos discentes tienen conceptos claros, se necesita construir más conocimiento y competencias para la búsqueda de soluciones hacia las comunidades que desarrollan las explotaciones agropecuarias y para quienes derivan de allí el agua para sus diversas necesidades.

Es una prioridad comenzar de forma responsable con la protección de los recursos que se tienen en el presente de forma práctica y teórica, especialmente con la formación de los estudiantes, para que ellos adquieran el compromiso con la seguridad de las futuras generaciones y eviten pagar un costo muy elevado por el agua. De otro lado, los gremios tienen intereses particulares en el presente, que ponen por encima de los intereses colectivos, entonces a quienes les corresponde tomar la iniciativa, para la conservación de los seres vivos, en un principio es a los integrantes de la academia.

Los estudiantes tienen la intención de preservar estos ecosistemas, pero adolecen de los conocimientos y competencias para que lo puedan hacer. Se necesita formación y construcción de principios y de valores para la sostenibilidad para que su compromiso sea sólido y lo puedan llevar a la práctica, con base en conceptos construidos con profundidad. Entonces, así se pueden ejecutar diseños en sus obras para optimización de los recursos y evitar el uso de los que no sean indispensables.

## 06 REFERENCIAS

- 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, ISSN 1692-1399, V 17 N 1, 37-48, Universidad del Bosque. Colombia. <https://revistas.unbosque.edu.co/index.php/RevTec/article/view/2950>
- 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, ISSN: 0212-4521 39(1), 137-156. España. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3030>.
- Bezanilla M., Poblete M., Fernández D., Arranz S. y Campo L. (2018).** El Pensamiento crítico desde la perspectiva de los docentes universitarios. *Estudios pedagógicos (Valdivia)* ISSN 0718-0705,44 (1): 89-113. Chile. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/estped/v44n1/0718-0705-estped-44-01-00089.pdf>
- Cajigal Molina E., Maldonado González A. L. y González Gaudiano E. (2017).** Resiliencia en docentes: una vía para mejorar capacidades de las poblaciones ante inundaciones agravadas por el cambio climático. México. Revista Diálogo Educativo. ISSN: 1981-416X, 17 (55). Pp. 1445-1464. ISSN: 1518-3483. ISSN: 1981-416x. <http://dx.doi.org/10.7213/1981-416X.17.055.DS01>. Disponible en: <https://periodicos.pucpr.br/index.php/dialogoeducacional/article/view/22305/22536>
- Cangalaya L. (2020).** Habilidades del pensamiento crítico en estudiantes universitarios a través de la investigación. Desde el Sur, ISSN: 2415-0959, 12(1), pp. 141-153. Perú.
- Gamboa-Bernal G. (2015).** Los objetivos de desarrollo sostenible: una perspectiva bioética. Persona y Bioética ISSN 0123-312, 19 (2): 175-81. Colombia. <https://doi.org/10.5294/pebi.2015.19.2.1>

- González-Gaudiano E., Meira-Cartea P. y Gutiérrez Pérez J.** (2020). ¿Cómo educar sobre la complejidad de la crisis climática? Hacia un currículum de emergencia, *Revista mexicana de investigación educativa*, ISSN: 2594-2271, V 25 (87), pp. 843-872. México.
- 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*, ISSN 2218-3620, 13(2), 170-175. Cuba
- Mackay Castro R., Franco-Cortazar D., Villacis-Pérez P.** (2018). El pensamiento crítico, aplicado hacia la investigación. *Revista Universidad y Sociedad*, SSN 2218-3620, vol.10 no.1 Cienfuegos, Cuba. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202018000100336#:~:text=En%20el%20C3%A1rea%20investigativa%2C%20el,este%20estudio%20sea%20m%C3%A1s%20confiable.&text=El%20estudio%20del%20pensamiento%20cr%C3%ADtico,el%20C3%A1rea%20te%20C3%B3rica%20y%20pedag%C3%B3gica](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202018000100336#:~:text=En%20el%20C3%A1rea%20investigativa%2C%20el,este%20estudio%20sea%20m%C3%A1s%20confiable.&text=El%20estudio%20del%20pensamiento%20cr%C3%ADtico,el%20C3%A1rea%20te%20C3%B3rica%20y%20pedag%C3%B3gica).
- 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-ISSN: 2323-0126 1 (38): 185-203. Colombia. <https://doi.org/10.17227/01213814.38ted185.203>
- 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*, ISSN: 1698-7802, 13(19), 55-83. España. doi: <http://dx.doi.org/10.14516/fde.2015.013.019.004>
- Murga-Menoyo M. A.** (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*, ISSN: 2254-3139, vol. 7, núm. 1, pp. 37-52. España.
- 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](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf).
- Núñez I.** (2019). Educación para el Desarrollo Sostenible: hacia una visión sociopedagógica. *Controversas y Concurrencias Latinoamericanas* ISSN: 2219-163119: 291-314. Uruguay. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5886/588661549016/588661549016.pdf>.
- Perico-Granados N., Montaña A., Uricoechea M., Vargas M. y Arévalo-Algarra H.** (2019). Propuesta alternativa de coagulantes naturales, *L'esprit Ingénieux*, ISSN: 2145-927410 (1), 127-142. Colombia. <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/lingenieux/article/view/2125>
- Perico-Granados N., Galarza E., Díaz Ochoa M., Arévalo-Algarra H. y 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%20pr%C3%A1ctica%20de%20investigaci%C3%B3n%20en%20ingenier%C3%ADa\\_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/10822/Libro_Gu%C3%ADa%20pr%C3%A1ctica%20de%20investigaci%C3%B3n%20en%20ingenier%C3%ADa_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- 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>

**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*, ISSN: 2248-7638, 25(67), 86-101.Colombia. <https://doi.org/10.14483/22487638.15248>

**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* ISSN: 1390-8618, 9 (17): 25-36.Ecuador. <https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.02>

**Valcazar E.** (2019). Las competencias del docente de posgrado. Un estudio comparativo en cuatro maestrías especializadas desde la percepción de los estudiantes. *Desde el Sur*, ISSN 2415-0959, 11(1), pp. 191-206. Perú

#### CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

#### CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

**Néstor Rafael Perico-Granados** <https://orcid.org/0000-0003-1768-793X>

Realizó contribuciones en la interpretación de los datos. Participó en el diseño de la investigación, análisis de los resultados y en la revisión y redacción del informe final.

**Laura Katherine González-Díaz** <https://orcid.org/0000-0002-3929-5817>

Participó en el diseño de la investigación y análisis de los resultados.

**Heidy Madeleine Arévalo-Algarra** <https://orcid.org/0000-0002-5312-0407>

Realizó contribuciones en la redacción del informe final.

**Constanza Dorey García-Puentes** <https://orcid.org/0000-0002-4684-9750>

Participó en el diseño de la investigación, el trabajo de campo, análisis de los resultados y redacción de las conclusiones finales.