
Método de proyectos para construir conocimiento en experticia, comunicación y pensamiento crítico, sobre el ambiente

Project method to build knowledge in expertise, communication, and critical thinking related to the environment

构成有关环境的专业知识, 沟通和批判性思维方面项目的方法

Метод проектов для формирования знаний в области экспертизы, коммуникации и критического мышления об окружающей среде.

Néstor Rafael Perico-Granados

Corporación Universitaria Minuto de Dios (Colombia)
nestor.perico@uniminuto.edu.co
<https://orcid.org/0000-0003-1768-793X>

Carolina Tovar-Torres

Corporación Universitaria Minuto de Dios (Colombia)
carolina.tovar@uniminuto.edu
<https://orcid.org/0000-0003-3019-9092>

Carlos Andrés Reyes

Fundación Juan de Castellanos (Colombia)
candresreyes@jdc.edu.co
<https://orcid.org/0000-0003-4803-4130>

María Claudia Vera

Corporación Universitaria Minuto de Dios (Colombia)
maría.vera@uniminuto.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-8853-4626>

Fechas · Dates

Recibido: 2021/10/25
Aceptado: 2021/11/05
Publicado: 2022/01/10

Cómo citar este trabajo · How to Cite this Paper

Perico-Granados, N. R., Tovar-Torres, C., Reyes, C. R., & Vera, M. C. (2022). Método de proyectos para construir conocimiento en experticia, comunicación y pensamiento crítico, sobre el ambiente. *Publicaciones*, 52(3), 291–303. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v52i3.22275>

Resumen

Objetivo. Observar el comportamiento de la experticia, la comunicación y el pensamiento crítico con el método de Proyectos. La investigación se llevó a cabo en la Universidad Santo Tomás de Tunja, con estudiantes de varios cursos de pregrado y con proyectos para optar al título de ingenieros civiles. Se aplicaron entrevistas, encuestas y rejillas de observación a docentes, monitores y estudiantes. Se hizo en cuatro proyectos de pregrado con la dirección del investigador principal, cuatro docentes, cuatro monitores y diez estudiantes. La investigación se inició en el año 2012 y se documentó desde el 2014 al 2018. Resultados y conclusiones. Se encontraron avances significativos en la experticia, el trabajo en equipo, el pensamiento crítico y en competencias humanas. Los resultados aportan a la educación en la ingeniería, aunque pueden ser útiles a otras profesiones.

Palabras clave: Competencias para la vida, Experticia, Método de proyectos, Pedagogía experimental, Pensamiento crítico y Proyecto experimental.

Abstract

To observe the behavior of expertise, communication, and critical thinking with the project method. The research was carried out at Universidad Santo Tomás de Tunja with students from various undergraduate courses and with projects that are part of obtaining a civil engineering degree. Interviews, surveys, and observation grids were applied to teachers, instructors, and students. This was done with four undergraduate projects under the direction of the principal researcher, four teachers, four instructors, and ten students. The research began in 2012 and was documented from 2014 to 2018. Significant progress was observed in expertise, teamwork, critical thinking, and human competences. The results contribute to engineering education, although they may be useful for other professions.

Keywords: Life competences, Expertise, Project method, Experimental pedagogy, Critical thinking, and Experimental project.

摘要

研究目的: 使用项目研究方法观察专业知识, 沟通和批判性思维的行为。这项研究是在圣托马斯·德·通哈大学进行, 研究主体为来自不同本科年级的学生以及在土木工程师资格项目学习的学生。我们采用了访谈, 调查和观察网格的方法进行了四个本科研究项目, 对主要研究人员领导, 四名老师, 四位班长和十个学生进行了调查研究。该研究始于2012年, 其中对2014年至2018年的调研记录在案。结果和结论: 结果显示, 在专业知识, 团队合作, 批判性思维和能力方面我们发现了重要的进步。这些结果有助于工程教育的发展, 此外尽管对其他专业也可以有所帮助。

关键词: 生活所需能力, 专业知识, 项目方法, 实验教学法, 批判性思维和实验项目。

Аннотация

Цель. Рассмотреть поведение компетентности, коммуникации и критического мышления с помощью метода проектов. Исследование проводилось в Университете Санто Томас де Тунха, со студентами нескольких курсов бакалавриата и с проектами на титул инженеров-строителей. Интервью, опросы и наблюдательные списки применялись к учителям, воспитателям и ученикам. Это было сделано в рамках четырех проектов для студентов бакалавриата под руководством главного исследователя, четырех пре-

подавателей, четырех воспитателей и десяти студентов. Исследование было начато в 2012 году и документировалось с 2014 по 2018 год. Результаты и выводы. Значительные успехи были обнаружены в таких областях, как компетентность, командная работа, критическое мышление и гуманитарные навыки. Полученные результаты способствуют развитию инженерного образования, хотя они могут быть полезны и для других профессий.

Ключевые слова: Жизненные навыки, Экспертиза, Метод проектов, Экспериментальная педагогика, Критическое мышление и Экспериментальный проект.

Introducción

En la tercera década del siglo XXI se enfrentan nuevos retos en la educación que requieren la formación de visiones de futuro, que tengan paradigmas de equidad y justicia social en un mundo construido en la parte física, social, política y ambiental, dado que la concentración de los recursos económicos cada vez más recae pocas personas. Entonces, es necesario formar y formarse para actuar en los escenarios en los que se pueda poner la fuerza vital e intelectual, para construir no solo profesionales con competencias instrumentales sino que seres humanos (Nussbaum, 2011). Es vital contribuir en la reorientación del mundo para privilegiar el desarrollo humano antes que el crecimiento económico, desde el sitio en que estemos actuando para que haya mejor convivencia, a partir de una mayor redistribución de la riqueza, del conocimiento, la educación y los recursos (Sen, 2012; Perico-Granados, 2017).

Al respecto, la formación es un acto que incluye varios elementos, que en conjunto permiten la construcción del ser humano, para promoverlo en sus dimensiones física, mental, emocional y espiritual y se pueden potenciar con la participación de procesos lúdicos, como formación integral (Gadamer, 2003). Igualmente, la formación incluye la capacidad de observar su contexto, revisar los problemas que existen, analizar sus opciones de solución y procurar la construcción de un futuro mejor para ese entorno (Freire & Faundez, 2018). En la formación integral está presente la política que inste a las personas a fortalecer la sociedad civil para que domine al Estado y este al mercado (Pérez-Tapias, 2017). Entonces, es vital privilegiar la formación en competencias humanas por encima de otros referentes (Di Marco, 2020).

De otro lado, parte esencial de la formación es la educación en la sostenibilidad del ambiente. Es necesario en todas las profesiones y con mayor razón en la ingeniería, dado que tiene relación directa con la explotación de materiales, su transformación, uso y desecho, en los procesos de construcción (Leonard, 2011). Es el momento oportuno, antes que sea demasiado tarde, de promover la educación en la conservación y recuperación del ambiente (Nussbaum, 2011). Estos profesionales también se preocupan por la conservación de los páramos y de los bosques para almacenar el agua que luego se lleva por los acueductos. Igualmente, es parte esencial de la actividad profesional el tratamiento de las aguas servidas para que al momento de entregarlas a los cuerpos efluentes estén descontaminados (Leonard, 2011).

Al respecto, en la formación de los profesionales, especialmente de los ingenieros, se necesita una formación holística que incluya los aspectos disciplinares y los humanísticos (Covey, 2013). De esta manera, se debe formar en la experticia cercana a la profesión, en construcción de conocimientos sólidos y comunicación de ellos, trabajo en equipo, promoción de mejores seres humanos y en la reflexión para fomentar el

pensamiento crítico, como una condición esencial para el crecimiento y el fortalecimiento de la democracia (Aguirre, 2017). Se destaca la comunicación para construir el conocimiento, dado que cuando se lleva a cabo de forma adecuada facilita el aprendizaje (Castellanos-Ramírez et al., 2020). Estos aspectos deben incluir proyectos e investigaciones sobre el ambiente, que cada vez se degrada por causas antropogénicas (Perico-Granados, 2017). Es un proceso que debe contribuir en tener menos pobreza y con más libertades formar en principios y en valores (Sen, 2012).

Una forma que contribuye en la construcción del conocimiento a través de la acción, la experimentación y la reflexión, es con el método de proyectos planteado por John Dewey (Plate, 2011). Este método permite aprender con la práctica, los materiales, los laboratorios y sus resultados, a partir de la confrontación con otros conceptos, tal como lo desarrolló Kilpatrick (UNESCO, 2000). Igualmente, tiene éxito cuando el proyecto es cercano a los estudiantes y corresponde a sus intereses (Trilla et al., 2001).

El método aplicado de forma correcta y aprovechando todas sus potencialidades, forma en las competencias disciplinares como la experticia. A la vez contribuye en la formación de los seres humanos que lo practican en aspectos como la solidaridad, la cooperación, la autonomía, construcción de conocimiento, pensamiento crítico y trabajo en equipo (Zhou et al., 2012; Jamison et al., 2014). Estos son unos aspectos abordados en la presente investigación, que se llevó a cabo en Tunja, en la Universidad Santo Tomás, en Ingeniería Civil, con profesionales, jóvenes investigadores, monitores y estudiantes.

El tema cobra importancia porque con base en buenos estudios y diseños se pueden construir obras seguras en el mundo y especialmente en Colombia (Perico-Granados & Arévalo-Algarra, 2019). Se requiere formar más en competencias humanas para superar la corrupción y la sociedad de consumo aspectos que son lastres en el proceso del desarrollo humano. Igualmente, es necesario disminuir las desigualdades con una buena educación, que es una forma de superar la pobreza, dado que entre esta sea mayor las personas tienen menos oportunidades y menos capacidades para progresar (Sen, 2012). Entonces, se utilizó el método de proyectos para que los maestros y los estudiantes potencien sus competencias disciplinares y humanas para obtener obras bien diseñadas y muy bien construidas (Perico-Granados et al., 2017).

Es un método contemporáneo, con procesos educativos en ingeniería, con diferentes didácticas y mucha potencialidad en la formación humana (García-Castro et al., 2018; Madrid-Hincapié, 2018). Entonces, se espera que profesionales, maestros y discentes puedan contribuir con nuevas acciones a la formación integral, que se están trabajando en varias universidades europeas y canadienses (Jamison et al., 2014).

Materiales, métodos y resultados

La investigación se documentó desde el año 2014 al 2018, dentro del proyecto inscrito en la universidad con el nombre de “La formación de los docentes de ingeniería civil”. Se trabajó con cuatro proyectos, liderados por el investigador principal y actuaron como investigadores: una ingeniera y una estudiante en la “Variación de la cobertura vegetal en Boyacá”, llevado a cabo en los años 2014 y 2015; un ingeniero y dos estudiantes en “Causas de inundaciones en Tunja y propuestas de solución” durante los años 2015 y 2016; una bióloga y siete estudiantes en “Estudio y recuperación del páramo de Siscunsi” durante los años 2016 y 2017, y una bióloga y dos estudiantes

en “Fitorremediación en aguas residuales sin tratamiento previo. Caso: Tierra Negra, Boyacá”, durante los años 2017 y 2018. Se hicieron entrevistas, encuestas, rejillas de observación y talleres para establecer los avances en la construcción de conocimiento en experticia, comunicación y pensamiento crítico sobre el ambiente, con el uso del método de proyectos.

Se llevaron a cabo las reuniones semanales para revisar los progresos en los proyectos con los investigadores, estudiantes, monitores y jóvenes investigadores. Se hizo el seguimiento con las reflexiones sobre las acciones y la planeación de la siguiente semana como se propone en la investigación-acción educativa (Elliott, 2005). Se revisaron con ellos los objetivos de aprendizaje para hacer seguimiento a los estudiantes, por parte de monitores e investigadores como lo expresan otros autores (Jamison et al., 2014). Se hicieron los talleres periódicos, las rejillas de observación, entrevistas y encuestas. Se evaluó con la aplicación de los instrumentos, cada semestre para observar los procesos y mejorar las nuevas actividades, con la orientación del investigador principal. La información se trianguló y se obtuvieron conclusiones como las que se describen en los siguientes apartados. Los proyectos se llevaron a cabo con lo previsto en las acciones de la investigación formativa (Perico-Granados et al., 2015).

Desarrollo de conocimientos especializados en la profesión

Con la aplicación de los instrumentos y mediante las reflexiones semanales se observó el crecimiento en experticia y en autonomía por parte de los investigadores y de los estudiantes. La experticia se entiende como la combinación de la práctica con la teoría y la autonomía como la capacidad de tomar sus propias decisiones (Jamison et al., 2014). Al respecto, en el proyecto de la cobertura vegetal la investigadora y la estudiante decidieron y aprendieron sobre clasificación de áreas, instrumentos utilizados, mediciones, métodos de corrección y alcance del proyecto. Su experticia y autonomía crecieron paulatinamente en el trabajo de campo, en el experimental y en la construcción de conceptos. Luego fueron monitoras en la maestría de Hidroambiental, que concluyeron de forma exitosa.

La investigación se hizo con base en imágenes Landsat, con una evaluación en Boyacá, sobre la cobertura de la tierra. Se valoró la variación en área de bosques, pastizales, cultivos, edificaciones, erosiones y nieves, entre otros. Todas las variables representan elementos importantes para la disciplina de la ingeniería. Al respecto, la estudiante analizó las áreas que generan el almacenamiento del agua en los bosques y en los páramos, que derivan el líquido para el suministro del agua potable (Suárez, 2015; Perico-Granados et al., 2015). Ellas construyeron conocimiento en su profesión y cada una en su actividad siguen investigando sobre aspectos de Hidrología e Hidroambiental. Igualmente, siguen orientando clases e investigando como docentes en universidades en estas mismas áreas.

En el segundo proyecto, el ingeniero y los estudiantes se formaron en experticia y en autonomía, con base en las decisiones sobre las visitas, obtención de muestras y de información. Los estudiantes hicieron sus exposiciones con destreza sobre sus prácticas confrontadas con la teoría de hidráulica e hidrología (Acevedo & Sánchez, 2016). Se hizo un diagnóstico en los ríos Jordán y La Vega para visibilizar los obstáculos que evitan el flujo normal o circulación del agua y que contribuyen a las inundaciones. Ellos hicieron modelaciones de estos fenómenos en la ciudad, construyeron conocimientos disciplinares y publicaron sus resultados (Acevedo & Sánchez, 2016).

En el tercer proyecto, la profesional y los estudiantes trabajaron en campo, tomaron muestras de suelo, los caracterizaron en los laboratorios, estudiaron conceptos y con su análisis se formaron en experticia. Los estudiantes tomaron la iniciativa en los recorridos, hicieron el diagnóstico y proyectaron con modelación las potenciales reservas de agua y se formaron en autonomía (Puerto & García, 2016). Ellos hicieron un diagnóstico de la capa vegetal en el páramo de Siscuncí, en Sogamoso, para saber la capacidad de retención de agua. Se vio el deterioro de esta área y con las modelaciones para los escenarios estudiados propusieron acciones de recuperación (Perico-Granados et al., 2015).

La bióloga y los estudiantes en el proyecto de Tierranegra se formaron como expertos con el trabajo en la construcción de la piscina, obtención de los buchones, toma y ensayos de muestras de éstos y del agua antes y después de la alberca, su análisis en laboratorios certificados y confrontación con los conceptos que orientaron el proyecto, durante un año, en el trabajo de campo. Los estudiantes fueron autónomos en su ejecución en este periodo, con la guía del investigador principal. Estos aspectos se evidenciaron con los instrumentos aplicados y en las reuniones de reflexión semanales. Su actividad estuvo inmersa en el tema del componente ambiental, que es parte central de la profesión de la ingeniería civil (Araque et al., 2020).

Construcción y comunicación de conocimientos

Se encontró en observaciones y voces de los actores, en todos los proyectos, que las habilidades para resolver problemas se incrementaron, tanto como el trato interpersonal. La motivación estuvo presente para concluir las investigaciones, se construyeron conocimientos disciplinares y competencias humanas de forma consistente, como la comunicación, con base en la orientación para este propósito (Perico-Granados et al., 2015). La capacidad de expresión oral se elevó de forma sustancial, la sustentación de los proyectos fue excelente, desarrollaron excelentes informes y publicaron sus resultados.

Al respecto, en el proyecto de la cobertura vegetal la estudiante desarrolló adicionalmente fluidez verbal en las exposiciones y en el trato de ellas y el investigador principal (Suárez, 2015). El equipo estuvo motivado durante el proyecto y ambas adquirieron conocimientos sólidos en conservación y recuperación de páramos, aspectos que profundizaron en la maestría en Ingeniería. La estudiante adquirió competencias profesionales como hacer diagnósticos reales, ubicar información apropiada y pertinente, modelar escenarios y proponer políticas de gobierno con base en sus investigaciones. Se encontró, tanto en las entrevistas como en las observaciones, que la construcción de los conocimientos se hizo de forma sólida y que los actores incrementaron sus capacidades para comunicarlos. Avanzaron en confianza para exponer sus resultados de forma parcial y la estudiante sustentó su propuesta de políticas públicas. Se hizo un excelente informe y se publicó un artículo en las memorias del V congreso internacional de Ingeniería (Perico-Granados et al., 2015). Se hicieron ponencias en eventos locales, nacionales e internacionales. En la convocatoria para joven investigadora ocupó el primer lugar entre más de diez aspirantes y hoy es docente e investigadora de la misma área

En el proyecto de los ríos Jordan y La Vega los estudiantes avanzaron en la interacción con el ingeniero y el investigador principal y los laboratoristas. Ellos resolvieron problemas como medición de áreas, interpretación y uso del catastro y de los modelos de hidrología y de hidráulica. Con motivación ellos hicieron casi el doble del trabajo

propuesto inicialmente e incrementaron el alcance y los resultados (Acevedo & Sánchez, 2016). Ellos aprendieron a procesar la información obtenida y desarrollar un modelo de inundaciones con programas diferentes. Igualmente, tienen las competencias para hacer buenas exposiciones y para elaborar informes de investigación. Así, construyeron los conocimientos de forma sólida, hicieron buenos documentos escritos, excelente sustentación oral y propusieron alternativas para resolver el problema de las inundaciones en Tunja (Acevedo & Sánchez, 2016). El proyecto dio origen a otro interdisciplinario para montar alertas tempranas, que se inscribió con este nombre en la Universidad Juan de Castellanos en Tunja.

En el proyecto de Siscunsi la profesional y los estudiantes tuvieron interacción frecuente para construir conocimientos en los recorridos, los laboratorios y el análisis de resultados, con la orientación del investigador principal. Las competencias para resolver problemas se incrementaron en estos procesos y propusieron varios escenarios para recuperar el páramo. Los estudiantes aprendieron a tomar muestras en el terreno, desarrollar los ensayos de laboratorio y contrastar los resultados con la teoría. Utilizaron modelos, como "HEC RAS" e IBER y aprendieron a estructurar proyectos, conseguir información pertinente y hacer buenas exposiciones. Consolidaron sus conocimientos, con las experiencias en los diferentes sitios de trabajo y por la elaboración de los ensayos de laboratorio.

En el proyecto de fitorremediación la bióloga y los estudiantes desarrollaron interacción permanente entre ellos, con el investigador principal y con la comunidad para que ésta tuviera la información de primera mano. Los estudiantes planearon el proyecto, ubicaron el suministro de los buchones, los sembraron, les hicieron el monitoreo en la piscina construida especialmente para este propósito, tomaron las muestras del agua y de ellos, hicieron las comprobaciones de laboratorio y desarrollaron los análisis de resultados. Así construyeron un conocimiento sólido y hoy están llevando a cabo proyectos similares en el departamento de Casanare. De la misma manera, el equipo desarrolló competencias comunicativas, en expresión oral y en la divulgación de los resultados. Presentaron varias ponencias en diferentes espacios y publicaron un artículo de divulgación y uno para una revista científica (Araque et al., 2020). Igualmente, se preparó un capítulo de libro que está en revisión de pares académicos.

Pensamiento crítico y trabajo en equipo

Los profesionales, los monitores y los estudiantes manifestaron el crecimiento en la construcción del pensamiento crítico, en tomar la iniciativa, se sintieron como los principales protagonistas y avanzaron en el trabajo en equipo. Se promovió el estudio de obras cercanas a los actores, con base en la toma de muestras, análisis de ensayos de laboratorio, revisión y contrastación de ellos con conceptos y con autores. Los estudiantes asumieron una postura frente a las obras mal diseñadas o mal construidas y propusieron nuevas formas de hacer éstas, de forma segura, cumpliendo con normas de diseño y construcción. Es el concepto similar al que plantean autores como Quintar (2008), Madrid-Hincapié (2018) y Perico-Granados y Arévalo-Algarra (2019), sobre la postura crítica frente a la realidad circundante.

Al respecto, en el proyecto de cobertura vegetal la estudiante fortaleció el pensamiento crítico respecto al cambio climático, con los hallazgos en el deshielo del nevado del Cocuy, el incremento de áreas erosionadas y la pérdida de bosques en más del 50%. Ella propuso procesos de políticas de gobierno para recuperar estas áreas, con proyectos de acuerdo municipal, para presentarlos a los concejales de los centros poblados.

Los integrantes, con trabajo en equipo buscaron la información y tomaron decisiones sobre áreas de estudio, categorías de áreas para desarrollar, análisis de resultados y comparación con otras investigaciones (Suárez, 2015).

Se escuchó en voces de los actores y se vio en los proyectos, la acción de sujetos para construir conocimientos, el incremento de solidaridad y la cooperación. La estudiante cumplió el rol de sujeto aprendiz, se formó en la disciplina de la ingeniería con sus hallazgos, análisis de resultados y conclusiones. Las propuestas que ella hizo están orientadas a desarrollar procesos de reforestación, motivada por exenciones tributarias (Suárez, 2015). El proyecto fue evaluado de forma permanente con exitoso y los datos obtenidos se confrontaron con las teorías estudiadas.

En el proyecto de inundaciones en Tunja los estudiantes desarrollaron el pensamiento crítico y observaron la negligencia estatal en montar alertas tempranas, que ponen en alto riesgo a la ciudad de Tunja, con una posible avalancha parecida a Salgar en Antioquia, Mocoa en Putumayo o La Chapa en Tasco (Perico-Granados & Arévalo-Algarra, 2019). Ellos fueron protagonistas en las visitas al terreno, toma de datos, mediciones, análisis de resultados y obtención de conclusiones. El investigador principal guió el proceso en las consultas semanales. El profesor propuso redimensionar los objetivos para evitar dispersión de energía (Acevedo & Sánchez, 2016).

De la misma manera, los estudiantes desarrollaron capacidades como sujetos para aprender y trabajar en equipo en la obtención de información y comprobación en laboratorios. Con su interacción construyeron conocimientos con diferentes tareas y en las exposiciones semanales se observó que los estudiantes aprendieron con autonomía y presentaron resultados crecientes. Con los aportes de ambos, con los escritos parciales y con los avances de las pruebas de campo y de los ensayos, evaluados periódicamente, concluyeron con éxito el proyecto (Acevedo & Sánchez, 2016).

En el proyecto del páramo de Siscunsi la profesional y los estudiantes, en equipo, tomaron muestras y desarrollaron los ensayos de laboratorio. Con estos datos montaron los escenarios con diferentes programas, hicieron análisis de resultados y elaboraron conclusiones. Su pensamiento crítico se fortaleció con los daños observados en los páramos, especialmente con la disminución de la cobertura y de la capa vegetal y propusieron políticas y acciones para conservarlos y recuperarlos, sobre varios escenarios, con base en el proyecto. Ejercieron un protagonismo permanente, en las diez salidas al páramo, con recorrido en automotores de dos horas y en el terreno durante todo el día (Perico-Granados et al., 2015).

En el proyecto de Fitorremediación los estudiantes, con base en las lecturas sugeridas, se observaron sitios con contaminación hídrica, por aguas servidas y así se fomentó el desarrollo del pensamiento crítico. Ellos construyeron conocimiento con el trabajo práctico y con los conceptos teóricos, mediante el trabajo en equipo en la construcción de la piscina. Ellos tomaron las muestras del agua y de los buchones e hicieron el análisis en los laboratorios de forma conjunta. Sin embargo, en unos casos los hicieron de forma alterna por sus actividades académicas (Araque et al., 2020). En general, los estudiantes fueron proactivos y propusieron como sujetos aprendices métodos para el trabajo de campo y en los laboratorios para construir el conocimiento. Se hizo valoración periódica a los avances en las pruebas de campo, en los ensayos de laboratorio y en la búsqueda de la información para las modelaciones.

Mejores seres humanos

En todos los proyectos, los actores consolidaron competencias humanas como la solidaridad, cooperación, trabajo en equipo, autonomía y pensamiento crítico, entre otros elementos que contribuyeron en su crecimiento integral. Igualmente, se observó con el método la disminución en la deserción estudiantil y en mortalidad académica, con base en el desarrollo del gusto por la profesión, potenciado por la experimentación en campo y en comprobaciones en salones de laboratorio. En los estudiantes que participaron durante la ejecución de los proyectos estos indicadores fueron cero y se incrementó el aprendizaje con la descripción y construcción del problema. Los proyectos fueron concluidos con éxito y los actores observaron los procesos dañinos de la deforestación, de la disminución de la cobertura de nieve, el incremento de las áreas erosionadas y de las áreas urbanizadas, aspectos que incrementan los problemas ambientales. Crecieron en la parte disciplinar y como seres humanos.

Igualmente, en todos los proyectos los estudiantes resolvieron los problemas que se les presentaron en el proceso, trabajaron en equipo, con autonomía, solidaridad, cooperación, responsabilidad, constancia, presentaron resultados excelentes, desarrollaron permanente interacción entre ellos, con laboratoristas, monitores, el profesor y el investigador principal. Fueron creativos en la búsqueda de información y en las actividades para la creación de los escenarios futuros y aprendieron sobre desarrollo sostenible. Ellos se formaron como expositores, escribieron artículos de divulgación, crecieron en conocimientos de la profesión y en formación integral.

Discusión

La experticia que se construyó en los cuatro proyectos se observó en las exposiciones de los estudiantes, en los informes y en las sustentaciones de los proyectos finales. Se vieron los avances en la parte práctica, en las muestras que ellos tomaron en campo y en la búsqueda de conceptos para argumentar sus conclusiones. Los proyectos estuvieron orientados a la conservación y a la recuperación del ambiente en páramos, cuencas y deterioros regionales, aspectos esenciales para la retención del agua, que luego se suministra, a través de los acueductos. Al respecto, con el método de proyectos, dado que llevan a cabo prácticas y con la orientación del maestro se pueden observar contenidos que luego corroboran en la experimentación, los estudiantes consolidan la construcción de los aprendizajes y adquieren experticia (Kolmos et al., 2013).

Igualmente, se observó que los investigadores y estudiantes crecieron de forma permanente como personas autónomas y como profesionales. Ellos siguen en actividades laborales similares de ingeniería y varios de ellos en la docencia y en la investigación, sobre la materia y tres investigadores concluyeron estudios posgraduales. En este sentido, con el método de proyectos, con base en los procesos de experimentación y protagonismo de quienes participan en él, se empoderan y se motivan a tal grado que los conocimientos que adquieren los recuerdan por mucho tiempo y pueden seguir trabajando en ellos (Jamison et al., 2014).

Todos los participantes aprendieron a utilizar las herramientas y los utensilios en los laboratorios para hacer las comprobaciones. Aprendieron a resolver problemas de diferente índole para dar cumplimiento a sus objetivos específicos y de aprendizaje. Lo

hicieron con la orientación de monitores y con base en la reflexión para interiorizar los procedimientos. Al respecto, una de las características que presenta el método es que motiva y forma a los estudiantes para resolver problemas del entorno y de la cotidianidad (Perico-Granados et al., 2017).

Igualmente, en todos los proyectos se construyeron competencias disciplinares y humanas, que fueron observadas en el proceso de su ejecución y ellos desarrollaron habilidades para comunicarlos de forma oral. Con sus prácticas se empoderaron y con la seguridad que les generó hicieron exposiciones en diferentes eventos, con ponencias nacionales e internacionales, con sustentaciones de sus proyectos de forma organizada y sobresaliente. Se hicieron propuestas y presentaciones sobre políticas públicas para reorientar la conservación de los bosques y de los páramos. En este sentido, con los fundamentos que ofrece el método, con su aplicación apropiada promueve una potenciación de los conocimientos que hacen que los actores puedan apropiarse de los temas para exponerlos con seguridad (Kolmos et al., 2013).

De la misma manera, se encontró que los progresos en la elaboración de ensayos y de informes fue importante, dada la preparación que se llevó a cabo, con la orientación propuesta (Perico-Granados et al., 2015). En todos ellos se hicieron informes parciales y final y artículos, de los cuales han sido publicados cuatro de ellos. En ellos se proponen acciones concretas para conservar bosques, páramos y ecosistemas necesarios para el futuro de los seres humanos. Al respecto, la motivación que genera el método conduce a un crecimiento en muchos aspectos tanto cercanos a la profesión como en las interrelaciones de los actores. Estos aspectos promueven la investigación en los estudiantes y en la divulgación de sus resultados (Kolmos, 2015).

Los investigadores y los estudiantes construyeron conocimientos con profundidad en las áreas específicas de su investigación, dada su motivación, empeño, dedicación y gusto obtenido por el método. Dos investigadores siguen trabajando en las mismas temáticas y han hecho propuestas en los municipios para desarrollar incentivos de reforestación con base en alivios tributarios. De estas investigaciones han nacido otras que están en curso en recuperación de páramos y de alertas tempranas para disminuir los riesgos de inundaciones y de remociones en masa. En este sentido, con los aprendizajes que se desprenden de los proyectos, los investigadores y los estudiantes siguen en acciones investigativas, o de ellos se generan otros que continúan en la misma línea (Hernández et al., 2015).

Con las acciones desarrolladas los investigadores y especialmente los estudiantes crecieron en la construcción del pensamiento crítico y en el trabajo en equipo. Con los análisis de obras del entorno de los estudiantes, en su proceso completo hasta confrontar sus resultados con las teorías, ellos tomaron posición de aquellas mal diseñadas y/o construidas o por su ausencia frente a la negligencia del Estado, especialmente en la protección y conservación de bosques y páramos. Así, plantearon alternativas y propusieron políticas de gobierno que promovieron con diferentes autoridades. En este sentido, el pensamiento crítico obedece a ponerse frente a la realidad, ver opciones distintas que permitan un redireccionamiento para construir un mundo mejor, con afectos y afinidades (Quintar, 2008; Madrid-Hincapié, 2018; Perico-Granados & Arévalo-Algarra, 2019).

Igualmente, los avances en solidaridad, cooperación y colaboración fortalecieron el trabajo en equipo. Estos aspectos se solidificaron con los recorridos y acciones de cada proyecto y en la manera en que se dividieron las actividades para una mayor efectividad en sus resultados. Se turnaron en diferentes momentos, especialmente

cuando los recorridos y las acciones implicaron largas distancias. Al respecto, por las circunstancias del trabajo que se lleva a cabo con un buen diseño de aprendizaje los estudiantes interactúan de forma colaborativa y desarrollan un buen trabajo en equipo (Zhou et al., 2012).

De la misma manera, los actores de los proyectos se forjaron como mejores seres humanos, con base en las diferentes competencias adquiridas y formación integral. Igualmente, bajó la deserción estudiantil y la mortalidad académica y aprendieron con el estudio y construcción del problema. Se incrementó la interacción entre ellos y con integrantes de las comunidades para promover acciones de mejoramiento ambiental. Ellos actuaron con responsabilidad, constancia, creatividad y crecieron en aspectos que los formaron como personas. En este sentido, con las características del método, los actores adquieren competencias que en su conjunto los promueven como mejores seres humanos (Dahl et al., 2016)

Conclusiones

Los actores de los proyectos adquirieron conocimientos especializados gracias a los avances en la experiencia práctica y en la teoría integrada en los temas ambientales, orientados a la ingeniería. Crecieron en autonomía, en el uso de las herramientas para tomar muestras y de laboratorio, en conocimientos profesionales, con competencias en investigación y en resolver problemas y varios de ellos por sus labores como monitores hoy son docentes con éxito.

Los actores construyeron competencias disciplinares y humanas, aspectos que les generó la seguridad necesaria para comunicar resultados en forma oral en eventos nacionales e internacionales y en informes y artículos de divulgación e indexados. Hicieron propuestas de políticas públicas para conservar y recuperar bosques y páramos.

De las investigaciones han nacido propuestas de reforestación y recuperación con incentivos con alivios tributarios, con base en el crecimiento en pensamiento crítico de los estudiantes. También, dieron origen a nuevas investigaciones sobre alertas tempranas que pueden disminuir riesgos por remociones en masa.

Los estudiantes incrementaron su capacidad para trabajar en equipo, con base en el trabajo solidario y cooperativo en los proyectos, tanto en campo como en los laboratorios. Con el incremento en formación integral que se desarrolló, los investigadores crecieron como seres humanos.

Referencias bibliográficas

- Acevedo, W., & Sánchez, D. (2016). *Propuestas para las inundaciones en Tunja* [Tesis de pregrado]. Universidad Santo Tomás.
- Aguirre, J. (2017). Redecir lo humano. *Revista colombiana de educación*, (72), 177-197. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcde/n72/n72a09.pdf>
- Araque, I., Britto, M., Cuellar, L., & Perico-Granados, N. (2020). Fitorremediación en aguas residuales sin tratamiento previo. Caso: Tierra Negra, Boyacá. *Revista de Tecnología*, 17 (1). <https://revistas.unbosque.edu.co/index.php/RevTec/article/view/2950>

- Castellanos-Ramírez, J., Niño-Carrasco, S., & Parra-Encino, K. (2020). Discurso socioemocional y construcción compartida del conocimiento en tareas colaborativas en línea. *Revista Electrónica Educare*, 24 (2), 1-21. <http://dx.doi.org/10.15359/ree.24-2.4>
- Covey, S. (2013). *La sabiduría y las enseñanzas de Stephen Covey*. Editorial Grupo Planeta.
- Dahl, B., Holgaard, J., Hüttel, H., & Kolmos, A. (2016). Students' experiences of change in a PBL curriculum. *The International journal of engineering education*, 32 (1), 384-395.
- Di Marco, M. (2020). El sentido de la educación desde lo humano: Apuntes a partir de Martha Nussbaum y Francisco Ruiz Sánchez. *Revista Electrónica Educare*, 24(1), 1-18. <http://dx.doi.org/10.15359/ree.24-1.15>
- Elliott, J. (2005). *El cambio educativo desde la investigación-acción*. ediciones Morata.
- Freire, P., & Faundez, A. (2018). *Por una pedagogía de la pregunta. Crítica a una pedagogía basada en las respuestas de preguntas inexistentes*. Siglo veintiuno.
- Gadamer, H. (2003). *Verdad y método*. Editorial Sígueme
- García-Castro, G., Ruiz-Ortega, F. J., & Mazuera-Ayala, A. (2018). Desarrollo de la argumentación y su relación con el ABP en estudiantes de ciencias de la salud. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 14(1), 82-94. 10.17151/rlee.2018.14.1.5
- Hernández, C., Ravn, O., & Valero, P. (2015). The Aalborg University PO-PBL Model from a Socio-cultural Learning Perspective. *Journal of problem based learning*, 3 (2). <https://journals.aau.dk/index.php/pbl/article/view/1206>
- Jamison, A., Kolmos, A., & Egelund, J. (2014). Hybrid learning: An integrative approach to engineering education. *Journal engineering education*, 103 (2), 253-273. <https://doi.org/10.1002/jee.20041>
- Kolmos, A., Holgaard, J., & Dahl, B. (2013). *Reconstrucción del modelo de Aalborg para ABP, un caso de la Facultad de Ingeniería y Ciencia, Universidad de Aalborg*. Simposio Internacional de Investigación sobre Aprendizaje Basado en Problemas. Universidad de Aalborg, Dinamarca.
- Kolmos, A. (2015). Design-based research: Issues in connecting theory, research and practice. *Journal: Research in Engineering Education Symposium Sider*, 13-15.
- Leonard, A. (2011). *La historia de las cosas*. Nomos Impresores S.A.
- Madrid-Hincapié, J. M. (2018). Prácticas pedagógicas del docente de ciencias sociales para el desarrollo del pensamiento crítico y competencias ciudadanas en contextos de vulnerabilidad social. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 14(1), 150-168. 10.17151/rlee.2018.14.1.9
- Nussbaum, M. (2011). *Creating Capabilities*. Harvard University Press,
- Pérez-Tapias, J. (2017). *La insoportable contradicción de una democracia cínica*. Editorial de Granada
- Perico-Granados, N., Acosta-Castellanos, P., & Perico-Martínez, N. (2015). El Ensayo, para Formar Profesionales Reflexivos. *Ingenio Magno*, 5, 111-119. <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ingeniomagno/article/view/885>
- Perico-Granados, N. R., Caro-Camargo, C., & Garavito, L. N. (2015). El Proyecto en la Investigación Formativa. *In Vestigium Ire*, 9, 166-174. <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ivestigium/article/view/1156>

- Perico-Granados, N. R., Sánchez-Olarte, H., & Medina-Roa, J. (2015). Elementos para exposiciones orales en la formación profesional. *Quaestiones disputatae*, 8(16), 69-82. <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/qdisputatae/article/view/954>
- Perico-Granados, N., Garavito, L., & Suárez, P. (2015). *Pedagogía y diagnóstico sobre la variación de la cobertura vegetal, 1985-2011, para Boyacá*. Universidad Santo Tomás, Tunja. <http://www.ustatunja.edu.co/cong/images/Articulos/-PEDAGOGIA%20Y%20DIAGNOSTICO%20SOBRE%20LA%20VARIACION%20DE%20LA%20COBERTURA%20VEGETAL%201985%202011%20PARA%20BOYACA.pdf>
- 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, ACOFI*. XXV encuentro de Acofi: Una formación de calidad en ingeniería para el futuro. Cartagena, Colombia. <https://antiguo.acofipapers.org/index.php/eiei2015/2015/paper/viewFile/1404/510>
- Perico-Granados, N. (2017). *La formación de los docentes de Ingeniería civil en la Universidad Santo Tomás en Tunja* [Tesis doctoral]. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Perico-Granados, N., Sánchez, P., & Suárez-Alvarado, P. (2017). *Experiencias del docente y monitores con el método de aprendizaje basado en proyectos (ABPr). Caso de estudio: unas asignaturas de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomás de Tunja*. http://rdigitales.uptc.edu.co/memorias/index.php/ped_practicas/ped_practicas1/paper/viewFile/2706/2768
- Plate, E. (2011). Aportes del pensamiento reflexivo de John Dewey para la educación en la sociedad de alta complejidad. *Reflexión Académica en Diseño & Comunicación*, 16, 38-39. <https://www.ellenplate.com/PublicacionC3%B3n%20en%20Reflexi%C3%B3n%20Acad%C3%A9mica%20UP%202011.pdf>
- Quintar, E. (2008). *En diálogo Epistémico- Didáctico*. Ipecal
- Sen, A. (2012). *Desarrollo y libertad* (11ª edición). Editorial Planeta.
- Suárez, P. (2015). *Variación de la cobertura vegetal en Boyacá de 1985 a 2013* [Tesis de grado]. Universidad Santo Tomás.
- Trilla, J., Cano, E., Carretero, M., Escofet, A., Fairstein, G., Fernández Fernández, J., & Vila, I. (2001). *El legado pedagógico del siglo XX para la escuela del siglo XXI*. Editorial Grao.
- Zhou, C., Kolmos, A., & Nielsen, J. (2012). A Problem and Project-Based Learning (PBL) Approach to Motivate Group Creativity in Engineering Education. *Revista internacional de educación en ingeniería*, 28 (1), 3-16. <https://vbn.aau.dk/en/publications/a-problem-and-project-based-learning-pbl-approach-to-motivate-gro>.