

16

Fecha de presentación: septiembre, 2021

Fecha de aceptación: octubre, 2021

Fecha de publicación: noviembre, 2021

EL MÉTODO

DE PROYECTOS EN UNOS CASOS DE INGENIERÍA CIVIL Y EN PEDAGOGÍA

THE PROJECT METHOD IN SOME CASES OF CIVIL ENGINEERING AND PEDAGOGY

Néstor Rafael Perico Granados¹

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

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1768-793X>

Carolina Tovar Torres¹

E-mail: carolina.tovar@uniminuto.edu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3019-9092>

Néstor Rafael Perico Martínez¹

E-mail: nestor.perico.ma@uniminuto.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1768-793X>

Carlos Andrés Reyes²

E-mail: candresreyes@jdc.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4803-4130>

¹ Corporación Universitaria Minuto de Dios. Colombia.

² Fundación Juan de Castellanos. Colombia.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Perico Granados, N. R., Tovar Torres, C., Perico Martínez, N. R., & Andrés Reyes, C. (2021). El método de proyectos en unos casos de ingeniería civil y en pedagogía. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(6), 144-152.

RESUMEN

El presente artículo busca establecer los avances que, mediante la aplicación del método de aprendizaje Basado en Problemas, Orientado por Proyectos, se observan, el artículo es producto de un proyecto de investigación que se hizo en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, UPTC, con entrevistas, encuestas y rejillas de observación a docentes, monitores y estudiantes, en diferentes tiempos y espacios. Se aplicó a sesenta proyectos de pregrado, una tesis para optar el título de Ingeniero Civil y una de maestría. La investigación se llevó a cabo con proyectos ejecutados durante los años 2014, 15, 16 y 17. Como resultados y conclusiones. Los investigadores, orientados en el método, produjeron el desarrollo, entre otros resultados, de quince habilidades disciplinares y humanas. Con el análisis, entre lo novedoso, con evidencias, se afirmó la disminución de la mortalidad académica. Hay conclusiones que se presentan para que sean útiles a los docentes y estudiantes y a la vez para continuar con el debate académico.

Palabras clave: Competencias para la vida, didácticas activas, ingeniería civil, método de proyectos, pedagogía experimental y proyecto experimental.

ABSTRACT

This article seeks to establish the advances observed through the application of the Problem-Based, Project-Oriented, learning method. The article is the product of a research project carried out at the Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, UPTC, with interviews, surveys and observation grids to teachers, monitors and students, in different times and spaces. It was applied to sixty undergraduate projects, one thesis for the degree of Civil Engineer and one master's thesis. The research was carried out with projects executed during the years 2014, 15, 16 and 17. As results and conclusions. The researchers, oriented in the method, produced the development, among other results, of fifteen disciplinary and human skills. With the analysis, among the novel, with evidence, the decrease in academic mortality was affirmed. Conclusions are presented in order to be useful to teachers and students and at the same time to continue the academic debate.

Keywords: Skills for life, active teaching, civil engineering, project method, experimental pedagogy and experimental project.

INTRODUCCIÓN

Los docentes tenemos la misión de transformar la sociedad en el contexto que nos corresponde vivir en los aspectos social, político, cultural y ambiental. Al respecto, en la tercera década del siglo XXI se está privilegiando más que antes la sociedad del consumo, que incide en la contaminación y en el cambio climático. Se prioriza la formación instrumental en los docentes y en los estudiantes de las ingenierías, con la disminución de años en el plan de estudios en muchos de ellos, en detrimento de la formación humanista.

Sin embargo, la interacción es permanente de los Ingenieros Civiles con comunidades, colaboradores, ayudantes, obreros y operadores de obras, que junto con la alta inversión en recursos económicos ameritan una exigente formación ética y en competencias humanas (Kolmos & De Graaff, 2014). Para Martínez, et al., (2021), se requieren formar buenos ciudadanos, con altas competencias humanas, antes que excelentes profesionales. Al respecto, ésta es una causa por la que se observan cifras importantes de corrupción en contratación, construcción e interventoría de las obras públicas y privadas, es diferentes países.

La investigación se llevó a cabo en Tunja, en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, con estudiantes, monitores, jóvenes investigadores y docentes. Al respecto, no se conocen investigaciones en Colombia, que dediquen tiempo a la formación en competencias humanas, que hayan trabajado el tema de aprendizaje en problemas orientado por proyectos, ABP-OP, en los programas de ingeniería civil y se conoce poca teorización sobre el tema (Hernández, et al., 2015).

En este sentido, Gillett-Swan & Sargeant (2019), resaltan la importancia de los procesos educativos que dan voz a los estudiantes y permiten ver la perspectiva de sus problemas, dado que son pocas las universidades que promueven estas competencias en sus estudiantes. Es necesario formar de esta manera a docentes y estudiantes de ingeniería civil para disminuir procesos de corrupción y evitar estudios y diseños deficientes y construcciones de mala calidad. Se espera que el impacto que genere el desarrollo de estas competencias sea importante, por las circunstancias del entorno con quienes trabajan los ingenieros civiles y la trascendencia de la construcción de las obras seguras.

La investigación se propuso establecer procesos de formación pedagógica y didáctica para los docentes, con base en estudios en el aula y el método de proyectos a partir de diagnósticos hechos con entrevistas, encuestas, talleres y rejillas de observación, con maestros y

estudiantes de ingeniería civil y profesores de básica primaria. Se verificaron los avances que manifiestan en su desempeño, a través de procesos de observación y participación, mediante estrategias de discusión y análisis sobre la formación profesional, que incluye lo disciplinar y la formación pedagógica y didáctica. Se finalizó con una propuesta para la formación profesional integral, pedagógica y didáctica de los docentes, a partir de su selección, evaluación y seguimiento.

Se desarrolló con base en el método de proyectos, a partir de la investigación acción educativa y se trabajó con variables como el trabajo cercano al de los profesionales, desarrollo de la capacidad de decisión y autonomía, experticia, fluidez y resolución de problemas, construcción de los conocimientos de forma sólida y por más tiempo, trato interpersonal y motivación, comunicación oral y por escrito de sus hallazgos, iniciativa y pensamiento crítico, rol de sujetos y trabajo en equipo, evaluación, protagonismo de los actores, deserción escolar y mortalidad académica, mejores seres humanos y descripción del problema.

Al respecto, se incursionó en nuevas acciones pedagógicas y didácticas que permiten superar los métodos tradicionales, que privilegian la memoria del estudiante y la trasmisión de contenidos por el docente (Kolmos, et al., 2013). Con los proyectos se construye el conocimiento por parte de los estudiantes y de los docentes, de forma simultánea, aunque diferenciada. Se pretende compartir con docentes y estudiantes los aspectos encontrados y continuar los procesos de aprendizaje en forma conjunta. Al respecto, se llevaron a cabo varios proyectos en 2014, 2015, 2016 y 2017 (Perico-Granados, 2017). Los proyectos nacieron del método de proyectos orientado en las asignaturas en el programa de Ingeniería Civil. El primer proyecto que se presenta tuvo origen en la maestría en Pedagogía, en el seminario de "Investigación y prácticas pedagógicas".

MATERIALES Y MÉTODOS

Se hizo la investigación desde el 2014 al 2017, incluidos, con 60 proyectos fundamentados con el método ABP-OP. Se llevó a cabo la capacitación a docentes, jóvenes investigadores y monitores sobre este método. Se planeó la investigación con base en los proyectos propuestos como meta, como lo expresan Valero y otros y se socializaron los principales objetivos de aprendizaje para establecer los aspectos relevantes en los que se deberían centrar los estudiantes (Kolmos & De Graaff, 2014).

Se hicieron entrevistas a profundidad, rejillas de observación, talleres permanentes y con la investigación acción

educativa se llevaron a cabo seis sesiones de retroalimentación, una cada semestre, con los cuatro docentes que participaron, los cinco monitores, la joven investigadora y el investigador principal. Se tomó como referente de comparación cursos del semestre 2008-II, desarrollado con el método tradicional. Se aplicaron los instrumentos al iniciar y al finalizar cada semestre y con los talleres desarrollados se hizo la investigación-acción educativa, con la reflexión pertinente para establecer los avances y procesos correctivos. Estos elementos se triangularon para obtener los principales resultados, que se describen así:

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- El trabajo es cercano al de los profesionales.

Se desprende de las entrevistas y de las observaciones que las actividades desarrolladas fueron cercanas a las que llevan a cabo los profesionales respectivos (Perico-Granados, 2017). Se inició con la construcción del problema, en todos los casos del contexto de los estudiantes y que ellos tuvieron interés en resolver. Al respecto, en el proyecto de “Incidencia de las condiciones laborales en el clima del aula”, proyecto 1, se hizo un diagnóstico de las condiciones laborales, en dos concentraciones escolares: Quípama en Boyacá y Aguazul en Casanare. La investigación se relaciona con las actividades de los investigadores, quienes construyeron conocimiento sobre su profesión, con una transformación como maestros con iniciativa y responsabilidad con su tarea. Al respecto, se incrementaron las habilidades profesionales y se observó en el cambio en la actitud de dos investigadoras: de culpar de todos los problemas al gobierno, tomaron la iniciativa para transformar los procesos, promover cambios con colegas docentes, estudiantes y padres de familia y consiguieron los recursos para construir una nueva sede.

En el proyecto de “El ferrocarril del Nordeste y la doble calzada Briceño, Tunja, Sogamoso”, proyecto 2, se hizo un diagnóstico de las obras de ingeniería, tráfico promedio diario, accidentes y contaminación ambiental, 1985-2014, en vía férrea de Belencito a Bogotá y de la doble calzada de Briceño, Tunja, Sogamoso. Los investigadores estuvieron relacionados con labores de Ingeniería, aprendieron aspectos de vías carreteras y férreas, se construyeron como seres responsables y aprendieron a trabajar en equipo, a pesar de sus diferencias personales. Así, aprendieron sobre diagnósticos en vías, recolección y procesamiento de información para análisis de resultados, obtención de conclusiones y proyecciones. Construyeron competencias para hacer informes y exposiciones, ejercer liderazgo y trabajar en equipo (Perico-Granados, 2017).

En los proyectos con cursos de “Introducción a la Ingeniería Civil”, con diferentes docentes se aplicó el método y se hicieron actividades de geotecnia, acueductos y estructuras. Se tomaron muestras en campo, ensayos de laboratorio y búsqueda de información, en áreas de la profesión. Se hizo construcción del conocimiento, expresada por los estudiantes al finalizar los cursos, una vez entregadas las notas a la secretaría del programa. Ellos manifestaron su satisfacción por estas experiencias desde los primeros semestres en el plan de estudios. Así construyeron competencias profesionales, con base en las prácticas de las diferentes áreas y visitaron obras, con la orientación del docente. Tomaron muestras y llevaron a cabo los ensayos de laboratorio y aprendieron en la práctica aspectos esenciales de la profesión. Con los docentes y con la teoría construyeron mejor esas competencias (Perico-Granados, 2017).

- Capacidad de decisión, autonomía y experticia

Mediante los instrumentos y las reflexiones semestrales se observó el crecimiento para tomar decisiones y el incremento de la autonomía y de la experticia. En el proyecto 1 los investigadores tomaron decisiones pertinentes para llevar a cabo la investigación completa, con proactividad y autonomía. Al final, se hicieron transformaciones sustanciales, tanto en los autores como en el entorno, con las nuevas concentraciones escolares. La experticia adquirida fue notable, dados los cambios generados en el medio y en las personas, especialmente en los investigadores. Trabajaron en la práctica y profundizaron de forma consistente en la teoría.

En el proyecto 2 los estudiantes tomaron decisiones pertinentes en salidas de campo, (vías férrea y carretera), toma de muestras y fotografías, obtención de información, diagnóstico general y proyecciones. Su construcción en autonomía fue notoria, verificada en sustentaciones e informes: con confianza defendieron su tesis ante uno de los jurados que no comparte el incremento del tráfico por vía férrea. Se trabajó en visitas a las vías, reconocimiento de sus características y toma de información. Se estudiaron libros y artículos sobre ferrocarriles, vías carreteras y dobles calzadas: se profundizó en teoría (Perico-Granados, 2017).

En proyectos de “Introducción a la Ingeniería Civil” se vio que los estudiantes incrementaron sus capacidades para decidir, desde las herramientas que utilizarían hasta los momentos en los que harían sus trabajos. La autonomía formada ha sido notoria y así lo expresaron ellos. Igualmente, se observó en los estudiantes el gusto por las prácticas que se desarrollaron, con visitas a obras, toma de muestras y ensayos de laboratorio. Así y

con fundamento en la teoría, ellos construyeron experticia, aspecto que los acercó más a su profesión (Perico-Granados, 2017).

- Fluidez, resolución de problemas, trato interpersonal y motivación

Se encontró, en observaciones y voces de los actores, que las habilidades para resolver problemas se aumentaron, mejoró el trato interpersonal y la motivación estuvo presente para concluir las investigaciones. En el proyecto 1 los investigadores adquirieron fluidez en el trato interpersonal y en el lenguaje y construyeron competencias sobresalientes en la resolución de problemas, especialmente con los estudiantes, con los padres de familia y con las autoridades municipales. El trato interpersonal entre las investigadoras y con el docente fue excelente. De prácticamente ninguna comunicación con los padres de familia se pasó a reuniones mensuales para hacer actividades, con asistencia de más del noventa por ciento. Se construyeron buenas relaciones con las autoridades municipales para ejecutar proyectos en equipo. La motivación fue permanente y nunca faltaron a una cita para la revisión del proyecto (Perico, 2017; Barros-Bastidas & Gebera, 2020).

En el proyecto 2 el cambio fue dramático, especialmente en un estudiante que con comportamientos distraídos y con baja participación, dentro del grupo, pasó a ser un destacado expositor. Todos avanzaron en resolución de problemas técnicos, personales y de convivencia en el equipo de trabajo. Superaron los obstáculos y presentaron un excelente resultado. Aunque hubo una diferencia que traumatizó el proyecto transitoriamente, por agravios entre dos estudiantes, la motivación y la mediación del maestro con tres reuniones promovió su superación y el proyecto tuvo un final con buenos resultados. El trato con los otros actores fue bueno y superado el incidente, ellos estuvieron motivados.

En los proyectos de "Introducción a la Ingeniería Civil", los estudiantes adquirieron fluidez en su expresión e interacción en su contexto. Resolvieron problemas con el uso de herramientas y de la cotidianidad y se empoderaron para superar aspectos complejos de conceptos técnicos y en interacción con la teoría. Se observó un trato interpersonal paulatinamente fluido entre los estudiantes, con el docente y con terceros. Se vio la motivación en el desarrollo de los proyectos y el docente se encargó de hacer visible los puntos de interés de los estudiantes para incrementarla, como uno de sus roles para estimular la participación (Perico-Granados, 2017).

- Construcción de conocimientos sólidos y comunicación de ellos.

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. En el proyecto 1 con lecturas y videos, a través de reflexiones y con las experiencias con padres de familia, colegas docentes y los estudiantes, los investigadores expresaron la solidez en la construcción de sus conocimientos adquiridos con el método. Se observó el giro que hicieron para actuar de manera reflexiva, frente al compromiso social, hicieron exposiciones excelentes y construyeron los conocimientos para elaborar bien sus escritos, según lo encontrado por Perico-Granados (2017). La capacidad de expresión adquirida fue notoria en el proyecto frente al jurado e hicieron ponencias en eventos nacionales. Redactaron un buen informe y publicaron un artículo en revista indexada.

En el proyecto 2 con las visitas a las obras y ensayos en laboratorios, a través de las reflexiones, los investigadores dicen que la construcción de su conocimiento fue sólida. A pesar de los contradictores en la exposición del proyecto, los investigadores demostraron preparación del tema y profundidad de conocimientos. Construyeron capacidades para comunicarse oralmente, hicieron cuatro ponencias nacionales e internacionales y desarrollaron una sustentación excelente del proyecto. Hicieron un buen informe final y publicaron un artículo en revista indexada.

En "Introducción a la Ingeniería Civil", los estudiantes construyeron los conocimientos de forma sólida y en varios casos, por su interés se han convertido en monitores, en las áreas en que han hecho sus proyectos. Ellos manifestaron que adquirieron competencias para hablar en público, por las oportunidades que tuvieron. Con la construcción de los conocimientos, con las prácticas y con la teoría, les infundió confianza para expresarse ante sus compañeros. También escribieron informes de forma más clara (Perico-Granados, 2017).

- Iniciativa, pensamiento crítico y protagonismo de los actores

Los actores manifestaron el crecimiento en la construcción del pensamiento crítico, para tomar la iniciativa y se sintieron como los principales protagonistas. Se promovió el estudio de aspectos reales, en las obras estudiadas, 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 posturas claras, propusieron nuevas formas de hacer las obras, seguras, cumpliendo con normas de diseño, construcción y sostenibilidad. Es el concepto similar al que plantea autores como Murga-Menoyo (2018).

En el proyecto 1 las investigadoras tomaron la iniciativa, ejercieron liderazgo en la comunidad, organizaron eventos y bazares y consiguieron recursos para nuevas instalaciones del colegio y nuevos ambientes de aprendizaje. Su pensamiento crítico se fortaleció con videos y lecturas trabajados con el investigador principal, con la experiencia del proyecto y se cimentó con propuestas para construir equipos de trabajo y mejorar el entorno. Además del diagnóstico sobre los hechos negativos, obtuvieron transformaciones con la comunidad educativa, con inclusión de los padres de familia. Los cambios, obtenidos por las mismas investigadoras, fue edificante y sus propuestas así lo manifiestan. La elaboración del proyecto, el trabajo de campo, las actividades con padres de familia, estudiantes y docentes de sus escuelas fue labor de las investigadoras. Ellas fueron protagonistas y el investigador principal orientador, motivador y consultor.

En el proyecto 2 los investigadores tuvieron la iniciativa en visitas a obras, recolección de información en entidades y en presentación de resultados parciales y finales. Ellos elaboraron y presentaron una alternativa impopular, porque va en contra de los intereses del monopolio del transporte. Sin embargo, fundamentaron su pensamiento crítico, en contra de intereses de acumulación de capital (por encima del bienestar de los usuarios y del cambio climático), para mejorar las libertades de quienes menos tienen recursos. Sus propuestas fueron expuestas en varios escenarios y con la salvedad de los transportadores, siempre fueron bien recibidas. Los investigadores hicieron los análisis de resultados, las exposiciones y elaboraron los informes y el investigador principal estuvo presente en orientación, motivación y la mediación cuando fue necesario. El protagonismo fue de los investigadores (Perico-Granados, 2017).

En "Introducción a la Ingeniería Civil", los estudiantes desarrollaron iniciativa para hacer tareas, aunque en diferentes proporciones. Igual sucedió con el pensamiento crítico: quienes observaron las inequidades y las obras mal construidas, plantearon propuestas para solucionarlas. El maestro intervino para que ellos siempre tengan presentes las normas de diseño y construcción, para obtener obras seguras. Los discentes fueron protagonistas en los ensayos de laboratorio, toma de muestras, visitas a obras en construcción y análisis de resultados. El docente, los monitores y los laboratoristas siempre estuvieron presentes para evitar desvíos o desmotivación. Si todo funcionó bien el profesor aparentó estar ausente, de lo contrario participó con su orientación y motivación oportuna y de esta manera evitar posibles desvíos (Perico-Granados, 2017).

- Rol de sujetos, trabajo en equipo y evaluación

Se escuchó en voces de los actores y se vio en los proyectos el rol de sujetos aprendices y se observó el incremento de solidaridad y cooperación, para llevar a cabo un buen trabajo en equipo. En el proyecto 1 las investigadoras tuvieron el rol de sujetos del aprendizaje, con construcción de conocimiento, lecturas, investigación y desarrollo de actividades con las comunidades. Su trabajo en equipo maduró en la distribución de actividades, socialización, presentaciones y escritos, con avances permanentes. Así la evaluación fue un proceso sencillo, dado que fue continuo y con buenos resultados. Ellas presentaron los frutos de su trabajo en los colegios, con profesores, estudiantes y padres de familia, a tiempo y con buena calidad (Perico-Granados, 2017).

En el proyecto 2 los investigadores construyeron conocimiento como sujetos independientes en recorridos, recolección de información y en lectura de normas y de autores sobre ferrocarriles y vías carreteras. Su trabajo en equipo fue bueno, superadas las diferencias anotadas actuaron como un equipo profesional, sin permitir menoscabo en su responsabilidad. El rol de sujetos aprendices lo desempeñaron de forma excelente. Presentaron de forma oportuna los avances en exposiciones y por escrito y se hizo una valoración permanente de las pruebas de campo, sobre la información obtenida y su análisis. Los investigadores trabajaron con responsabilidad, buenos resultados e hicieron la exposición final excelente (Perico-Granados, 2017).

En "Introducción a la Ingeniería Civil", los estudiantes desde el principio asumieron el rol de sujetos aprendices en salidas de campo, visitas a obras, toma de muestras y en ensayos de laboratorio, con trabajo en equipo. La evaluación se hizo durante todo el tiempo y a los diferentes procesos. Así los estudiantes observaron que todo lo que hacen es valorado y de esta manera se interesaron más en todos los aspectos del proyecto (Perico-Granados 2017).

- Deserción escolar, mortalidad académica y mejores seres humanos

Se comprobó con el método la disminución en la mortalidad académica y la formación de mejores seres humanos. En el proyecto 1 con responsabilidad las investigadoras cumplieron sus compromisos y en los tiempos previstos. Ellas paulatinamente se transformaron, de críticas sistémicas, en personas solidarias con su entorno. Su nivel de convivencia creció de forma importante con la comunidad y se incrementó la creatividad y la innovación para buscar soluciones. Trabajaron en equipo, se incrementó su autonomía y cimentaron principios y valores que las

hicieron crecer como seres humanos (Perico-Granados, 2017).

En el proyecto 2 los investigadores pusieron el empeño necesario para resolver conflictos, de manera negociada, con la mediación del investigador principal. Se transformaron en seres más solidarios y con capacidad para convivir en circunstancias difíciles. Se incrementó la creatividad y la innovación y se fortaleció la autonomía (Perico-Granados, 2017).

En "Introducción a la Ingeniería Civil" se observó que la deserción escolar y la mortalidad académica disminuyó: en "Taller de estudio", equivalente a "Introducción a la Ingeniería" en 2008-2, con el mismo docente, con el método tradicional de 66 estudiantes en dos grupos perdieron la asignatura 16 de ellos, que equivale a un poco más del 24%. En 2016-2, con el método de proyectos todos avanzaron con excelentes resultados, sin flojera asistencialista y con fundamento en la experiencia. Ellos desarrollaron competencias humanas como aprender a convivir con alta interacción en sus tareas, fueron más creativos, aprendieron a resolver problemas y crecieron en autonomía y responsabilidad (Perico-Granados, 2017).

- Descripción del problema

En los proyectos se vio el incremento notable en la descripción y construcción del problema. En el proyecto 1 con base en una excelente descripción del problema, las investigadoras reorientaron su propuesta inicial. Así vieron que los objetivos iniciales no satisfacían su búsqueda primaria, con base en sus intereses. Hablaron con padres de familia, autoridades municipales, colegas y estudiantes, llevaron a cabo entrevistas de exploración, hicieron rejillas de observación y construyeron y formularon mejor el problema (Perico-Granados, 2017).

En el proyecto 2 los investigadores describieron el problema de forma coherente y así encontraron una buena propuesta para su proyecto. Hicieron recorridos por la vía férrea, elaboraron el diagnóstico de forma precisa y consiguieron información sobre accidentes, en las oficinas de la policía y los hospitales. Obtuvieron información de tráfico promedio diario en El Consorcio Solarte y Solarte, el Ministerio del Transporte y otras entidades, para tener un mejor panorama del problema. En "Introducción a la Ingeniería Civil", se observó que los estudiantes aprendieron a describir los problemas, de forma amplia. A veces los ingenieros civiles ven el problema y con los primeros indicadores proponen una solución, sin profundizar en ello. Ellos, tomaron conciencia de la importancia de una buena descripción y aprendieron el sentido de construir bien el problema (Perico-Granados, 2017).

Lo encontrado supera el método tradicional-conductista que se caracteriza por la memorización, privilegio de la exposición magistral del docente y calificación puntual. En cambio, en esta investigación se resalta el que los estudiantes construyeron mejor el conocimiento disciplinar, con más profundidad, lo recuerdan por más tiempo y disminuyó la mortalidad académica. Ellos hicieron en sus proyectos labores cercanas a su profesión, incrementaron sus capacidades para decidir, aspecto que les ayudó como seres autónomos y entre la práctica y la teoría se aumentó la experticia. El proyecto los motivó, aumentó la interacción personal y aprendieron a resolver problemas. Construyeron conocimientos sólidos y desarrollaron capacidades para comunicarlos verbalmente y por escrito. Se observó la formación en pensamiento crítico, el rol de sujetos desempeñado, el trabajo en equipo desarrollado, mejores seres humanos y una evaluación acorde con los proyectos.

Entre las principales transformaciones que se llevaron a cabo están: del proyecto de las concentraciones escolares el que ellas cambiaron sus paradigmas y de esperar que el gobierno resuelva los problemas, las investigadoras los enfrentaron y resolvieron con transformaciones en la comunidad académica, con los estudiantes, padres de familia y los otros docentes. Para construir la nueva sede del colegio ellas los obtuvieron con bazares y otras actividades y en la etapa final la alcaldía puso unos recursos. En el proyecto del ferrocarril los investigadores se transformaron como seres humanos, aprendieron a resolver conflictos de manera negociada y actuaron con mucha proactividad durante el proceso. Los estudios fueron entregados a la rectoría de la universidad para su envío al gobierno nacional. Hoy se está llevando a cabo la ampliación de la línea férrea desde La Caro hasta Belencito, que fue el tramo estudiado. Finalmente, con el método los estudiantes de Introducción a la Ingeniería se transformaron en curiosos investigadores. Varios de ellos luego fungieron como monitores y más tarde como jóvenes investigadores. Su crecimiento fue notable.

En los proyectos se observó la cercanía de los temas y de los problemas trabajados con su profesión, aspecto que motivó su continuidad y alta participación de los estudiantes. De esta manera se practica una de las formas de la didáctica de la potenciación en su vida profesional. Ellos hicieron prácticas y ensayos de laboratorio que llevarán a cabo cuando concluyan sus estudios y probablemente los harán con frecuencia. Para Kolmos & De Graaff (2014), es normal que se desarrollen estos procesos en el método de proyectos a diferencia del tradicional, con el apoyo de la experimentación de las prácticas de los docentes en nuevos ambientes de aprendizaje.

Los estudiantes incrementaron su capacidad para tomar decisiones y su autonomía, observadas en propuestas y transformaciones hechas durante los proyectos. Para Freire & Faundez (2013), se desarrolla la capacidad de decisión y autonomía, cuando el hombre se da sus propias reglas, es capaz de cambiar las formas de aprender y puede construir el conocimiento de forma autodidacta. Van más allá de la sola formación de habilidades, a diferencia de como sucede con los animales. La formación en principios y valores contribuye en la formación de la autonomía, permite la escucha empática, facilita los acuerdos y da las herramientas para tomar las decisiones apropiadas (Covey, 2013). Al respecto, las pedagogías activas, como el método de proyectos permiten la formación en autonomía. Sin embargo, se requiere enseñar a pensar para que la autonomía florezca.

Los docentes dedicaron tiempo a sus proyectos en la práctica, experiencias que según Kolmos, et al. (2021), los motiva y contribuye en la construcción del conocimiento. Al respecto, ellos adquirieron experticia, que se observó en las propuestas y en los cambios hechos en su entorno, con base en las prácticas, que contrastaron con los conceptos pertinentes. La experticia se desarrolla con un incremento en la construcción del conocimiento, específicamente cuando los estudiantes practican y estudian paralelamente la teoría.

Se encontró fluidez e interacción entre los estudiantes, con los monitores y con los docentes. Hay motivación en los proyectos y en la profesión, aspecto que incidió en la capacidad para resolver problemas. Lo hicieron con base en lecturas y con ejemplos que ayudaron con más facilidad a la construcción del conocimiento, dado que fueron de su contexto. Este proceso crea viabilidad a sus proyectos con impacto humano positivo y a través de la autogestión ellos buscan los recursos. Así los estudiantes aprenden a aplicar el conocimiento para resolver los problemas de su entorno, con base en la acción y la reflexión (Erazo, 2011). Al respecto, el trato interpersonal se mejora, la motivación se incrementa para construir conocimientos, muestran interés, asisten más a las clases y se incrementa su participación, cuando los estudiantes experimentan y desarrollan proyectos.

Igualmente, con la interacción de experiencias y conceptos teóricos, con sus colegas y monitores y las orientaciones del docente, construyeron los conocimientos de forma sólida y por más tiempo y ellos incrementaron sus capacidades para comunicarlos. Varios de ellos profundizaron esos conocimientos y se convirtieron en monitores y en jóvenes investigadores, en áreas en las que hicieron sus proyectos. Al respecto, cuando los estudiantes experimentan, practican, se preparan para desarrollar una

exposición, e incluso hacen mapas conceptuales, construyen el conocimiento con mayor recordación (Chrobak, et al., 2015). Es un proceso paulatino, con base en aprendizajes previos y con nuevas experiencias y contrastados con los conceptos respectivos se construye el conocimiento de forma sólida.

Con la práctica frente a sus compañeros construyeron competencias para hablar en público con la orientación oportuna. También los empoderó para su desempeño, los conocimientos construidos en las prácticas y con los conceptos. Así desarrollaron habilidades en comunicación oral como el contacto visual, mímica, expresión corporal y el tono de voz. De la misma manera, aprendieron a escribir informes claros y publicaron dos artículos, aunque para Torres-García (2021), estas competencias se deben desarrollar en el colegio. Igualmente, para Benoit (2021), los procesos de argumentación a partir de la reflexión permiten una buena comunicación. Según García-Martínez, et al. (2020), la educación en competencias comunicativas es fundamental para todas las profesiones y probablemente con mayor razón si tienen pretensiones formativas. Este conjunto de elementos, hacen que exista una buena interacción y mejoran los procesos para la construcción de conocimientos, a partir de una buena orientación con el método de proyectos.

Con la motivación de los proyectos la iniciativa fue de los estudiantes y vieron la realidad con posturas críticas para construir mejores obras, observado en sus planteamientos y con la transformación de su entorno. Al respecto, se ayuda a desarrollar iniciativa y pensamiento crítico si se promueve a los estudiantes para que analicen la realidad, verifiquen qué se ha hecho mal y ellos decidan qué hacer mejor. Ellos, así ven los problemas, se comprometen y proponen nuevas soluciones para disminuir las inequidades, a partir de la reflexión (Freire & Faundez, 2013; Leijen, et al., 2020). Así se visualiza la sociedad que ellos quieren construir con base en una educación de afectos, afinidades, crítica, organización y transformación de sus entornos. Al respecto, la formación conduce a la adaptación y a promover los cambios, a partir de la reflexión crítica.

Los estudiantes estuvieron fungiendo como sujetos aprendices para construir conocimiento y no como objetos receptores de la transmisión hecha por el docente. Para Kolmos & De Graaff (2014), así desarrollan un mayor rol de sujetos y con la guía continua aprenden a trabajar en equipo y adquieren un mayor protagonismo. Se requiere superar la memorización de contenidos, la sola formación de profesionales y de fuerza laboral para desarrollar la inteligencia, a través de la educación científica, reflexiva y con valores (Erazo, 2011).

Los estudiantes llevaron a cabo un mayor trabajo en equipo. Así, ellos compensan sus debilidades y construyen sobre las fuerzas de sus compañeros, como un valor contemporáneo, dado que por más que estudie o trabaje una persona no es posible que haga todas las cosas; requiere de la colaboración de otros (Covey, 2013). La evaluación es más precisa y refleja más la realidad cuando se hace de manera progresiva y evita la sola calificación puntual (Kolmos, et al., 2013). Es uno de los mejores métodos alternativos de evaluación, dado que representa más cercanía con la realidad. Igualmente, se presentó una disminución de la mortalidad académica. Al respecto, existe una relación directa entre el método tradicional y la deserción escolar y mortalidad académica, especialmente cuando los docentes no elaboran variantes didácticas para mejorar la construcción del conocimiento (Freire & Faundez, 2013). Al contrario, se ha comprobado que el método de proyectos contribuye con la asistencia a clase y en la disminución de la deserción y mortalidad académica (Komos, et al., 2013).

Se observó el crecimiento como seres humanos, con la presencia de la solidaridad, la cooperación, la solución de conflictos, el trabajo como función social, la creatividad y la innovación y otras competencias que afloraron en el proceso. Según Ugarte-Paz, et al. (2021), la formación en competencias humanas es una necesidad del presente por su contribución a la convivencia de las personas. Al respecto, siempre existirán oportunidades para una formación humanizante, a partir de principios y de valores, para la construcción de una sociedad sostenible. Para Reimers (2021), la educación integral impulsa a la formación de competencias ciudadanas tanto en docentes como en estudiantes para transformar sus contextos. Esta formación incluye la exploración de potencialidades que superan la instrucción para el mercado y la formación profesional y de ella hacen parte las competencias éticas, espirituales, cognitivas, afectivas, comunicativas, estéticas, corporales y socio-políticas.

Con el método de proyectos se fomentó una formación integral en varios aspectos. Sin embargo, el centro de la formación humana está en el cuidado de la salud física, mental, emocional y espiritual (Covey, 2013). Es la más importante área de equilibrio y a partir de allí se pueden formar como seres humanos, con la inclusión de todos los aspectos educativos. De lo contrario los ideales son ilusiones si no se cuida la salud, como principio educativo. Igualmente, la formación socio-afectiva es esencial para la ciencia, porque los estudiantes con un buen desarrollo emocional y con principios y valores tienen un mejor desempeño (Freire & Faundez, 2013). Adicionalmente, para González, et al. (2021), una responsabilidad de la

educación se vincula con el compromiso social. Entonces, la escuela tiene el deber de formar mejores seres humanos, para transformar sus entornos, construyendo con los estudiantes los conocimientos centrales para la vida, con una educación integral, que responde por sus contextos, como lo propone el método de proyectos y así los estudiantes aprenden a construir por su cuenta los conocimientos adjetivos.

En el proceso los docentes insistieron en la amplia descripción del problema. El problema se conoce cuando se describe de forma apropiada, en todas sus variables y aristas y así se puede interpretar y proponer soluciones de forma reflexiva y acertada (Hernández, et al., 2015; Perico-Granados, et al., 2020). A veces se comienzan a resolver, con un enunciado, sin tener clara su definición, y con ello se corre el alto riesgo de equivocarse. Según Freire & Faundez (2013), es necesario que el docente contribuya en promover su reflexión desde los problemas socio-políticos, económico-culturales, técnicos y los de desarrollo humano.

CONCLUSIONES

En el método de proyectos el trabajo de los estudiantes es cercano al que ejercen los profesionales. Aquellos escogieron los problemas y los proyectos que les interesaron, aspecto que incrementó la motivación para llevarlos a cabo. Ellos tomaron las decisiones durante el proceso, incrementaron la autonomía y con las frecuentes prácticas y la confrontación con la teoría incrementaron la experticia.

Los estudiantes aprendieron a resolver problemas de la cotidianidad e incrementaron el trato interpersonal con colegas y demás actores. El proceso contribuyó a la construcción de conocimientos sólidos y facilitó su comunicación de forma oral y por escrito. Ellos fortalecieron el pensamiento crítico y fueron protagonistas durante la investigación.

Los estudiantes pasaron de objetos para verter los conocimientos de los docentes, con el método tradicional, a sujetos constructores del mismo. Con el desarrollo de competencias humanas como la solidaridad y la cooperación incrementaron la capacidad para trabajar en equipo. La evaluación se desarrolló de forma paulatina y permanente, aspecto que permitió observar todos los progresos de los estudiantes. Estos aspectos disminuyeron la deserción escolar y la mortalidad académica.

Ellos aprendieron la importancia de construir muy bien el problema, mediante una descripción detallada del mismo para proponer objetivos más precisos. Estos aspectos en su conjunto hicieron de los actores que se construyeran

como mejores seres humanos. Ellos hicieron transformaciones en las personas y en su entorno como las concentraciones escolares, el desarrollo del ferrocarril y otros cambios en sus entornos. Entonces, el método transforma personas y construye realidades, con base en las competencias que desarrollan sus actores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barros-Bastidas, C., & Gebera, O. T. (2020). Training in research and its incidence in the scientific production of teachers in education of a public university of Ecuador. *Publicaciones de La Facultad de Educación y Humanidades Del Campus de Melilla*, 50(2), 167–185.
- Benoit Ríos, C. G. (2021). Argumentar y consensuar: dos habilidades fundamentales para la toma de decisiones en el aula. *Universidad y Sociedad*, 13(3), 9-20.
- Chrobak, R., García Sempere, P., & Prieto, A. (2015). Creatividad, mapas conceptuales y TIC en educación. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 4(1), 78-94.
- Covey, S. (2013). *La sabiduría y las enseñanzas de Stephen Covey*. Editorial Grupo Planeta.
- Erazo, M. (2011). Prácticas reflexivas, racionalidad y estructura en contextos de interacción profesional; *Perfiles educativos*, 33(133).
- Freire, P., & Faundez, A. (2013). Por una pedagogía de la pregunta. Crítica a una pedagogía basada en las respuestas de preguntas inexistentes. *Siglo veintiuno*.
- García-Martínez, I., Sierra-Arizmendiarieta, B., Quijano-López, R., & Pérez-Ferra, M. (2020). La competencia comunicativa en estudiantes de los grados de Maestro: Una revisión sistemática. *PUBLICACIONES*, 50(3), 19-36.
- Gillett-Swan, J., & Sargeant, J. (2019). Peligros de perspectiva: identificación de la confianza de los adultos en la capacidad, autonomía, poder y agencia del niño (CAPA) en la preparación para la práctica inclusiva de la voz. *J Educ Change* 20, 399–421
- González Suárez, E., Concepción Toledo, D. N., Vila Bormey, M. T., Pla León, R., López Bastida, E. J., & Castillo Dávila, M. Á. (2021). El impacto de la consideración de los problemas sociales en la formación de doctores en Ingeniería Química. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(3), 409-417.
- Hernández, C., Ravn, O., & Valero, P. (2015). The Aalborg University PO-PBL Model from a Socio-cultural Learning Perspective, 3(2).
- Kolmos, A., & De Graaff, E. (2014). Problem-Based and Project-Based Learning in Engineering Education, en: *Cambridge Handbook of Engineering Education Research, Merging Models*. En: A. Johri, & B. M. Olds (Eds.), *Cambridge Handbook of Engineering Education Research*. (pp. 141-161). Cambridge University Press.
- Kolmos, A., Holgaard, J., & Dahl, B. (2013). Reconstructing the Aalborg Model for PBL, un caso de la Facultad de Ingeniería y Ciencia, Universidad de Aalborg. (Ponencia). Cuarto Simposio Internacional de Investigación sobre Aprendizaje Basado en Problemas. Universidad de Aalborg, Dinamarca.
- Kolmos, A., Holgaard, J., Clausen, N. (2021). Progression of student self-assessed learning outcomes in systemic PBL. *European Journal of Engineering Education*, 46(1), 67-89,
- Leijen, A., Pedaste, M., & Lepp, L. (2020). Agencia de profesores siguiendo el modelo ecológico: cómo se logra y cómo podría fortalecerse por diferentes tipos de reflexión. *Revista Británica de Estudios Educativos*, 68(3), 295-310.
- Martínez López, S., & López Rodríguez del Rey, M. M. (2021). La formación del ciudadano. Un desafío histórico de la educación. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(3), 370-381.
- 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*, 7(1).
- Perico-Granados, N. (2017). La formación de los docentes de Ingeniería civil en la Universidad Santo Tomás en Tunja. (Tesis de doctorado). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Perico-Granados, N., Galarza, Y., Díaz, 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.
- Reimers, F. (2021). Educación global para mejorar el mundo: cómo impulsar la ciudadanía global desde la escuela. <https://www.magisnet.com/2021/01/educacion-global-para-mejorar-el-mundo-como-impulsar-la-ciudadania-global-desde-la-escuela/>
- Torres-García, J. (2021). La actividad creadora en el proceso escritor. *Revista Perspectivas*, (21), 41-56.
- Ugarte Paz, T. R., Aquino Mosqueira, M. A., & Méndez Ugarte, M. G. (2021). Revisión sistemática de estrategias para desarrollar las habilidades sociales en educación. *Sinergias Educativas*, 6(3).