

Los Ingenieros como Sujetos para Promover Cambios

Engineers as Subjects to Promote Changes

Néstor Perico Granados^a,
Milton Bautista Roa^b, Jenifer Paola Garza Puentes^c
Néstor Rafael Perico-Martínez^d, María Alejandra Puerto Cristancho^e

^a Cursos Nacionales, Corporación Universitaria Minuto de Dios, nestor.perico@uniminuto.edu.co.

^b Humanidades, Universidad Santo Tomás, milton.bautista@usantoto.edu.co. ^c Dirección de Investigaciones Regional Cundinamarca. Corporación Universitaria Minuto de Dios, jenifer.garza@uniminuto.edu.co. ^d Ciencias Básicas, Universidad Javeriana, nr.perico10@uniandes.edu.co. ^e Ingeniería Civil, Independiente, mariapucrí@hotmail.com.

Resumen— Este artículo es producto de una investigación que se llevó a cabo en las universidades Santo Tomás, Juan de Castellanos y Corporación Universitaria Minuto de Dios, UNIMINUTO entre los años 2012-2020. Se llevó a cabo con el método cualitativo, con una investigación-acción educativa, con el uso de entrevistas a profundidad y rejillas de observación. Se trabajó con variables como el rol de sujetos de los estudiantes, interacción y trabajo en equipo, conformación de los grupos de trabajo, propuestas para promover el cambio, selección de los problemas, conocimiento con ejemplaridad, mediación del docente en aprendizaje y participación de éste y de los monitores, así como los cambios observados frente a los obstáculos y el rumbo posible. Se obtuvieron resultados como la observación del protagonismo adquirido por los estudiantes, mediante la toma de decisiones, la cualificación en el trabajo en equipo, la ejemplaridad y la participación docente, con sinergias positivas.

Palabras clave— Ingeniería, Mediación, Método de Proyectos, Sujeto estudiante, Trabajo en equipo.

Abstract— This article is the product of an research that was carried out at the Santo Tomás, Juan de Castellanos and UNIMINUTO universities between the years 2012-2020. It was carried out with the qualitative method, with an educational action research, with the use of in-depth interviews and observation grids. We worked with variables such as the role of students' subjects, interaction and teamwork, formation of work groups, proposals to promote change, selection of problems, knowledge with exemplarity, teacher mediation in learning and participation. Of the teacher and monitors, as well as the changes observed in front of the obstacles and the possible course. Excellent results were obtained with the observation of the leadership acquired by the students, through decision making, qualification in teamwork, exemplarity and teacher participation, with positive synergies.

Keywords— Engineering, Mediation, Project Method, Student Subject, Teamwork.

I. INTRODUCCIÓN

Con las propuestas del método de proyectos que hizo Dewey en los comienzos del siglo XX se desarrolló un aspecto esencial de las pedagogías activas que han permitido avances significativos en la construcción del conocimiento (Hernández et al., 2015). Con el método se desarrollan investigaciones y los estudiantes pueden comunicar oralmente y por escrito los resultados de sus hallazgos con efectividad. Ellos hacen exposiciones frente a sus compañeros y docentes para ver los resultados obtenidos, con seguridad y confianza por el empoderamiento que genera lo hecho con sus manos y con el nuevo conocimiento apoyado por la teoría (Kolmos et al., 2013). Los estudiantes aprenden a tomar la iniciativa y desarrollan el pensamiento crítico, comparan sus estudios con lo hecho de forma incorrecta en obras públicas, ven deterioros en los páramos, en el ambiente y en las condiciones de vida de las personas.

En los proyectos la reflexión, que es la parte más importante de la educación, se hace desde la construcción del problema hasta la obtención de conclusiones para construir el conocimiento (Hernández et al., 2015). Los maestros hacen preguntas oportunas para hacer reflexionar a los estudiantes y estos generen sus discernimientos, a partir de otros horizontes con base en la teoría y la experiencia. Ellos estudian, valoran, reflexionan y construyen el conocimiento similar o diferente a los profesores o autores, con argumentos sustentados (Kolmos, 2015). La reflexión permite abordar la incertidumbre y se construye la habilidad de forma paulatina para que promueva competencias humanas, aumenta la interacción con los participantes y mejora la seguridad profesional.

Con los proyectos se obtienen resultados disciplinares y se construyen competencias humanas, con base en la orientación que ejerza el maestro (Avella-Forero, et al., 2021). Al respecto, se necesita confianza del profesor en los estudiantes, delegar de acuerdo a las capacidades de los estudiantes y monitorear con frecuencia para obtener los resultados del aprendizaje.

En el método tradicional con frecuencia se evalúa de forma puntual, como calificación de forma oral o escrita, pero se dejan de lado los procesos y procedimientos. En el método de proyectos se debe hacer de forma continua, para obtener los resultados de manera óptima, con la inclusión de la hetero, auto y coevaluación y si es posible con los compañeros. Parte central del problema de estudio fue el que se privilegia la formación en la racionalidad técnica y mucho en la formación instrumental de los ingenieros (Kolmos et al., 2013). Al respecto, con el artículo se tiene como objetivo aportar a la discusión científica los resultados de la presente investigación, para contribuir con puntos de vista que pueden ayudar a la formación de

profesionales. Así, se trataron temas como rol de sujetos de los estudiantes, interacción y trabajo en equipo, formas de conformación de los grupos de trabajo, propuestas para promover el cambio, en las cuales los docentes y los estudiantes escogen los problemas, existe construcción del conocimiento con la ejemplaridad, participación del docente y cambios observados frente a los obstáculos y rumbo posible. Se observó que los temas tratados en los proyectos en diferentes proporciones tuvieron aplicación en el entorno estudiado.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en las universidades Santo Tomás de Tunja, Juan de Castellanos y Corporación Universitaria Minuto de Dios, UNIMINUTO, en Girardot y Zipaquirá. Se hizo con el método de Proyectos como lo proponen Perico-Granados et al (2020). Se relacionan unos proyectos en los que se investigó, con el método, en el periodo 2012 - 2020. Están: “La formación de ingenieros civiles”, con proyectos de ferrocarriles, “Competencias humanas en ambiental”, “Remociones en masa”, “Sitios de inundaciones en Tunja”, “Conocimiento en Estadística con principios y valores”, y “Conflicto arbolado”. Se tuvo el apoyo de estudiantes de pregrado y posgrado, quienes hicieron sus proyectos de grado. Los proyectos tuvieron origen con el método orientado en las asignaturas de Seminario de Grado, en el programa de Ingeniería Civil. Se analizaron unas categorías que contribuyen a correr el velo para observar unas bondades de estos procesos.

Se trabajó con el método cualitativo, ayudado por el descriptivo y el explicativo. En todos se llevó a cabo un proceso de investigación-acción educativa, como lo propone Elliott (2005), con valoraciones semanales, reflexión por los integrantes de cada proyecto, retroalimentación y orientación de las nuevas actividades. Este aspecto mejora las acciones en la práctica y fomenta la construcción del conocimiento con un proceso de consolidación permanente. Sobre la ejecución de los proyectos se aplicaron entrevistas a profundidad y se llevó a cabo una rejilla de observación. Se tomaron los permisos de los estudiantes para divulgar los resultados, sin embargo, se ponen en el texto solamente las iniciales de quienes participaron en la investigación: docentes, monitores y estudiantes.

III. RESULTADOS Y ANÁLISIS

A. Rol de sujetos, interacción y trabajo en equipo

Todos los entrevistados coinciden y se verificó en las observaciones que los estudiantes desempeñan un rol de sujetos aprendices, tienen gran interacción y hacen un trabajo en equipo

permanente. Con los proyectos ellos se forman como sujetos, aprenden, deciden y construyen el conocimiento de manera expedita, como protagonistas. Su interacción es continua en el trabajo de campo, laboratorios, confrontación de resultados y obtención de conclusiones. En los recorridos preguntaron y plantearon opciones diferentes de forma proactiva y participaron de manera consensuada en varias tareas. Aprendieron a trabajar con responsabilidad y compromiso de manera colaborativa. Se observó la diferencia con el método tradicional en donde solamente reciben información para memorizarla de forma pasiva, sin protagonismo y poco trabajo en equipo.

Al respecto, el profesor OR plantea que con proyectos “los estudiantes elaboran un plan, que ellos siguen, son protagonistas y son sujetos de aprendizaje”. Él expresa que “en el método tradicional los estudiantes son seres pasivos y solo reciben la información. En el primero realmente sí se trabaja en equipo, en el segundo casi nunca”. Igualmente, el monitor JM expresa que “por proyectos se les da a ellos el rol de sujetos porque se promueve que interactúen”. Dice que “ellos aprenden en conjunto y construyen el conocimiento de diferentes formas y no sólo recibiendo la información del maestro”. Ellos adquieren “capacidad para trabajar en equipo porque en grupos pueden dialogar y encontrar la posible solución a una problemática que ellos plantearon”, proporcionando más autonomía.

De la misma manera, el monitor AA expresa que los estudiantes tienen “un rol de sujetos aprendices y tienen mayor capacidad para trabajar en equipo con el método por proyectos”. El monitor precisa que en este método se “plantean proyectos en los que los estudiantes tienen los roles más importantes y se hacen salidas de campo para identificar los fenómenos”. Los discentes trabajan en equipo para resolver los problemas y darles solución a los proyectos, que pueden luego aplicar en diferentes contextos y experimentan el proceso en ambientes colaborativos y de solidaridad (García-Puentes et al, 2019). En este sentido, los estudiantes son capaces de generar dudas sobre el comportamiento de los fenómenos y desarrollan la capacidad para contrastar sus resultados con lo que aprenden con los conocimientos teóricos. Igualmente, en los proyectos, los estudiantes se perciben como sujetos de aprendizaje y se les motiva para que asuman este papel.

El monitor AR expresa que “tienen rol de sujetos aprendices los estudiantes y son capaces de trabajar en equipo cuando se trabaja con proyectos”. Él dice que “tanto en las prácticas como en todos los procesos se están formando como sujetos”. Expresa que “en el método tradicional la persona recibe la información solamente como transmisión que luego debe memorizar y sólo son objetos del proceso”. Dice que en cambio “en el laboratorio trabajan varios estudiantes en equipo, generan interacción con sus compañeros y actúan como sujetos”. Concluye, que “en los

análisis de resultados ellos indagan, valoran lo dicho por otros autores, aprenden a trabajar en equipo y se relacionan mucho más entre ellos y con los contenidos de estudio”.

Del trabajo en equipo, el monitor AR expresa que “las actividades se hacen en equipo y así rinde mucho más”. El monitor AA expresa que “hoy se requiere trabajo en equipo en todas las profesiones que ayude a desarrollar los proyectos, por la mutua colaboración”. Al respecto, el trabajo en equipo ayuda en el proceso del proyecto e incluye el apoyo de todos (Hernández, et al., 2015). El monitor JM dice que es importante “porque, aunque una persona estudie mucho y trabaje mucho, nunca podrá hacerlo todo sola”. Para OR “Es un valor importante porque por más que un profesional estudie y tenga una alta capacidad de trabajo siempre requiere de colaboración de otros”. Entonces, se observa un proceso en el que los estudiantes trabajan en equipo y asimilan las ventajas del método.

En otro sentido, sobre la interacción en el aprendizaje, el profesor OR plantea que “la interacción influye en la construcción del conocimiento, dado que se hace intercambio de conocimientos entre estudiantes, con monitores y con los docentes”. Contribuye al trabajo en equipo “porque la mayor parte de las actividades requieren colaboración para que la construcción del conocimiento sea efectiva”. Para Kolmos (2015) con la interacción y en equipo se incrementa la capacidad para gestionar procesos de cooperación. Entonces, la interacción y el trabajo en equipo, con la orientación del docente en el proceso es potenciador, por la colaboración que se hace presente.

El monitor AR expresa que “la interacción entre estudiantes es importante porque ellos a veces aprenden de otros con más facilidad que del profesor. La interacción es permanente con monitores, laboratoristas y el profesor”. También, “el trabajo en equipo es importante porque entre todos es fácil hacer revisión de teoría, trabajo de campo, laboratorios y analizar resultados”. En este sentido, la interacción y el trabajo en equipo permiten continuar un proceso colaborativo durante un tiempo extendido, después de haber concluido el compromiso inicial (Hernández, et al., 2015).

El monitor JM dice que “la interacción y el trabajo en equipo influyen con proyectos porque se subdivide la responsabilidad y cada uno hace su labor”. Igualmente, “en campo se necesitan las manos del grupo, generan ensayos de laboratorio de forma conjunta y de buena calidad”. Por momentos los docentes deben proponer reflexiones grupales (Hernández, et al., 2015). Entonces, las interacciones son indispensables entre estudiantes, con docentes, libros, laboratorios y artículos. En el proceso el maestro está presente para orientar a los discentes en la interpretación de teoría y en los procedimientos.

El monitor AA expresa que “la interacción es esencial en los proyectos porque así socializan y se construyen bien los conocimientos”. Igualmente, “el trabajo en equipo se hace de forma permanente y los estudiantes se responsabilizan de actividades que luego socializan con sus compañeros, cimentan los adquiridos y estructuran nuevos”. Con proyectos los estudiantes portan un discurso y con ello adquieren “una nueva identidad como miembro de esa comunidad y esto es esencial para el proceso de aprendizaje” (Hernández, et al., 2015). Entonces, el profesor guía a los estudiantes de forma familiar con sus conocimientos, estudios y procesos prácticos para que ellos investiguen y estructuren los parámetros de su profesión. Con interacción ellos ven la importancia del análisis teórico inmerso en el discurso, se apropian de su contenido y producen su propio significado.

En este sentido, los estudiantes desarrollaron capacidades para actuar como sujetos aprendices, desde la toma de muestras, ubicación de información y elaboración de los ensayos, para construir conocimiento. Se trabajó en equipo de forma permanente y en las exposiciones se observó la capacidad de sujetos que aprenden. Actuaron con proactividad en el trabajo de campo y en los laboratorios y así construyeron conocimientos con profundidad. De esta manera, hicieron tareas en conjunto y en otras se dividieron para obtener una mayor efectividad. Hicieron propuestas de políticas de gobierno, presentadas a los organismos correspondientes, como reforestaciones con la inclusión de exenciones tributarias.

B. Formas de conformación de los equipos de trabajo

Sobre la conformación de los equipos de trabajo el profesor OR dice que él “plantea los posibles proyectos, de las diferentes temáticas que vamos a trabajar durante el semestre”. Sin embargo, “propongo que escojan proyectos cercanos a ellos en sus barrios y se organicen en equipos de tres, máximo de cuatro personas”. Precisa que “sugiero que los equipos estén compuestos por hombres y mujeres y así interactúen, porque de forma mixta aprenden y distribuyen roles mejor y hay socialización de los conocimientos”. El monitor AR expresa que “la escogencia de temas y revisión de posibles proyectos la hace casi siempre el profesor y orienta a los estudiantes”. Sin embargo, “sé de unos docentes que permiten que los estudiantes hagan sus grupos de trabajo, de forma autónoma”. Al respecto, estos procesos en los primeros semestres lo hacen los estudiantes o los propone el profesor, con un tamaño de tres estudiantes y éstos verifican los tiempos libres, fuera de clase, para el trabajo en equipo (Perico-Granados, Tovar-Torres, Miranda-Bitar et al., 2021).

El monitor JM expresa que “los proyectos los propone el profesor, pero sé que éste permite que los estudiantes escojan a sus compañeros para la formación de los grupos”. El monitor AA expresa que “una vez propuestos los temas por los docentes

yo me ocupo del trabajo, una vez se han conformado los grupos”. Al respecto, se privilegia la conformación de los grupos por ellos mismos y solamente, si hay estudiantes expertos en una temática se distribuyen en diferentes grupos para que actúen como monitores (Perico-Granados, Tovar-Torres, Miranda-Bitar et al., 2021). Entonces, para la formación de los grupos se propone aprender a trabajar en equipo, resolver conflictos y ellos se organizan en grupos, que puede ser de tres o cuatro estudiantes.

En este sentido, en los proyectos escogidos se encontró que existen diferentes formas de actuar por parte de los docentes, quienes siempre planean el desarrollo de los tiempos para cumplir durante el semestre la ejecución de los proyectos. Unos profesores escogen los temas y otros les permiten a los estudiantes que lo hagan, pero, todos hacen que ellos escojan sus compañeros de trabajo, con base en sus afinidades, con un número de tres y excepcionalmente de cuatro. En lo posible que estén integrados por hombres y por mujeres.

C. Propuestas para promover el cambio

Sobre propuestas para promover cambios sobre el método, el profesor OR expresa que “se requieren más recursos, más docentes y monitores y capacitarlos en el método. Ampliar la cantidad de laboratoristas e instrumentos. Ese esfuerzo vale la pena”. Según Kolmos (2015) es difícil implementar cambios en centros educativos que ya están funcionando de modo tradicional, que implementarlos desde el principio. Aquí hay mayores desafíos profesionales, pedagógicos, didácticos y de evaluación y se requiere aprender a resolver conflictos para construirle viabilidad a los proyectos. Entre las motivaciones para el cambio están las evaluaciones externas, interés de atraer estudiantes con un perfil pedagógico especial, incremento en la calidad y disminución de ausentismo, mortalidad y deserción académica.

El monitor JM propone “continuar los procesos, mejorarlos y aumentar el número de proyectos, para que se formen mejores ingenieros”. Dice que “integrar proyectos de básicas de ingeniería y de la carrera aplicada se construye mejor el conocimiento: entre cálculos y concretos, por ejemplo, incluso con otras disciplinas”. Para Kolmos (2015) y Perico-Granados, Tovar-Torres, Reyes, et al., (2022) los obstáculos se superan con la experiencia continua en los procesos, la motivación, el compromiso y voluntad para el cambio. Entonces, el cambio se genera en los métodos de enseñanza y en la cultura y para ello es esencial la colaboración entre docentes, especialmente si son de diferentes disciplinas.

El monitor AR expone que “los docentes de los proyectos tienen experiencia, conocimientos teóricos y experiencia en el trabajo de campo de las actividades de la ingeniería”. Concluye que la “relación teórico-práctica hace la diferencia y para que

más docentes trabajen en los proyectos se requieren más voluntad”. Según Kolmos (2015) a veces se requiere compartir elementos, recursos y reorganizar procesos y procedimientos. Entonces, la formación con proyectos es un proceso de construcción permanente, de ensayo y error, que incluye autoevaluaciones y reflexión para revisar el avance de los cambios, de forma importante.

El monitor AA plantea que se debe “promover la investigación desde los primeros semestres con profesores capacitados”. Para Kolmos (2015) se ven resultados con docentes motivadores, incluso con pocos recursos, sin embargo, hay centros educativos en los que el cambio se ha desarrollado en forma paralela y en otros se ha hecho con la promoción de nuevas carreras, como en la universidad de Twente y en Louvain. Al respecto, se facilita el cambio si la dirección toma la decisión y la implementa con la promoción de transformaciones en docentes y comunidad educativa con motivación. Se facilita el proceso cuando se comprometen y asisten directivos, docentes y comunidad educativa.

Al respecto, para que se obtengan cambios y una mayor participación del trabajo docente con el método por proyectos se requieren recursos económicos, mayor cantidad de docentes trabajando con el método y monitores preparados para tal fin. Es necesario llevar a cabo un mayor número de proyectos durante la carrera, en los que se integren diferentes áreas de la ingeniería e incluso que tengan connotación interdisciplinaria. Igualmente, es fundamental que los docentes estén capacitados en el método por proyectos y tengan experiencia profesional. El cambio es notorio si la totalidad de docentes están trabajando con proyectos y tienen el apoyo de los directivos.

D. Los docentes y los estudiantes escogen el problema

Sobre la forma de escoger los problemas el monitor AR dice que “el docente escoge los temas que considera importantes y que cumplen con los propósitos de aprendizaje, que deben ser del entorno, en lo posible”. El monitor JM expresa que “una vez escogidos temas y proyectos por el profesor, de éstos los estudiantes escogen los problemas que les parecen cercanos y que pueden cumplir con los objetivos que propone el profesor”. Según Hernández et al., (2015) y Puerto-Cristancho, et al., (2022) esta experiencia educativa deberá ser auténtica, en la que los estudiantes estén interesados. Entonces, es una experiencia de la vida real, de su entorno o un problema de su profesión, motivador y retador para los estudiantes, propuesto por el profesor.

Para Hernández et al., (2015) y Avella-Forero et al., (2021) el combustible del pensamiento son las acciones, los hechos y las relaciones entre las cosas, más que las solas ideas. Las experiencias incluyen las presentes y las pasadas, dado que son

sociales y acumulativas, para que intenten resolver los problemas de hoy y del futuro. Entonces, los estudiantes deben tener la información y la facilidad para observar el problema desde diferentes ángulos, revisar lo ejecutado en anteriores investigaciones y plantear soluciones efectivas.

El profesor OR expresa que “lo importante es que los proyectos recojan un gran porcentaje de los contenidos que se tiene previsto desarrollar en la asignatura y que lo hagan”. Dice que se permite que “el estudiante tome proyectos que le gusten por su cercanía, o de su barrio, o que tiene un interés especial para él, aspectos que los sensibilizan con las necesidades sociales”. Según Hernández et al., (2015) y Perico-Granados, Tovar-Torres, Reyes, et al., (2021) ellos se plantean la comprobación de nuevas ideas, las ponen en práctica con sus medios que les permite confirmar su validez y establecer su significado. Al respecto, desde el estudio del problema de forma amplia y responsable les permite a los estudiantes aprender mucho, desde su construcción y luego proponer soluciones posibles. Existe un mayor compromiso y crecimiento cuando los estudiantes participan en escoger los problemas, en su elaboración y así construyen mucho mejor el conocimiento.

El monitor AA expresa que “La decisión de los proyectos es responsabilidad de los profesores, lo importante es que yo ayude a la formación de los estudiantes y obtención de resultados, con base en los objetivos”. Para Hernández et al., (2015) y Perico-Granados, Tovar-Torres, Perico-Martínez, et al., (2021) el profesor orienta el proceso y se supera la acción de dispensador de información. Esta participación les genera mayor responsabilidad y compromiso y los impulsa a criticar su trabajo y validar lo pertinente del proceso. La construcción del conocimiento comienza desde la elección y la construcción del problema y continua con el análisis de las posibles soluciones.

Al respecto, con base en las entrevistas se encontró que en unas ocasiones proponen los proyectos los docentes y en otras los estudiantes, con base en los temas que correspondan a los contenidos que el profesor tenga en su plan de estudios. Cuando hay la oportunidad los estudiantes ven los problemas de su entorno y los asumen para estudiarlos y construirlos de manera sistemática. En este sentido, casi siempre se permite que los estudiantes definan de sus proyectos los problemas que ellos prefieran para que obtengan más provecho, en función de su cercanía, su experiencia o su predilección. Sobre propuestas para promover cambios sobre el método, el profesor OR expresa que “se requieren más recursos, más docentes y monitores y capacitarlos en el método y ampliar la cantidad de laboratoristas”

E. Construcción con la ejemplaridad (sección)

Los participantes expresaron que el método por proyectos

contribuye en la construcción del conocimiento con la ejemplaridad, dado que cuando se resuelven problemas en un área de la profesión, los capacita para resolver problemas en otras de la carrera e incluso para resolver problemas de la vida. Se observaron escenarios en que aprendieron sobre geotecnia, como ensayos de laboratorio, y luego reprodujeron los procedimientos en otros espacios como construcción de acueductos y estructuras. Estudiantes que hicieron proyectos antes tuvieron alta fluidez en el desarrollo del proyecto, dado que quedan empoderados para resolver otros problemas. Los monitores quienes habían participado en proyectos tuvieron un trabajo excepcionalmente bueno. Las primeras experiencias les generan confianza y les proporcionan competencias que les permiten mejorar de forma continua.

El profesor OR expresa que el método de proyectos ayuda a la ejemplaridad “porque cuando se trabaja en un área de la ingeniería y los estudiantes aprenden unas competencias, ellos las aplican en otras áreas”. Para Kolmos et al., (2013) se construye conocimiento práctico, teórico y metodológico que permite continuar en otros aspectos de la profesión y con más profundidad, mejorando lo aprendido posteriormente en otras áreas. En ese sentido, con una construcción del conocimiento en un proceso, de un campo específico, permite mejorar el aprendizaje en otros campos.

El monitor AA expone que “hemos experimentado que cuando se llevan a cabo proyectos de geotecnia con toma de muestras, entonces, esas competencias las puede ejercitar en otras áreas de la profesión, incluso en otras áreas de la vida”. Así, “graduado y con esas competencias las aplico en áreas como estructuras y por ello el método de proyectos contribuye a la ejemplaridad”. Según Kolmos, et al., (2013) y Hernández, et al., (2015) los monitores aprenden con el método de proyectos y profundizan en unas áreas, especialmente en las que son monitores. Entonces, este aprendizaje ayuda a construir conocimiento en otras áreas y cuando los estudiantes analizan y resuelven problemas específicos abren la puerta para la comprensión de otros más amplios. Los monitores sirven de ejemplo a los estudiantes, con su gran rendimiento académico y por los conocimientos que despliegan.

El monitor AR expresa que el método contribuye a la ejemplaridad porque los estudiantes “trabajaron en un proyecto hicieron ensayos, confrontaron con teoría, obtuvieron conclusiones y aprendieron un proceso. Así, ellos pueden reproducir lo mismo en otros escenarios”. En este sentido, para construir el conocimiento es necesario cambiar de receptores pasivos de la información y de su memorización a la formación de expertos con prácticas y teoría. Entonces, así tendrán hábitos de colaboración y cooperación y los nuevos conocimientos los aplicarán en otras áreas de su profesión. De esta manera, los estudiantes disfrutaron sus procesos de aprendizaje, promoviendo

a la vez la creatividad, con una mayor responsabilidad.

El monitor JM dice que “contribuye a la ejemplaridad porque resuelto un problema lo puedo aplicar a otra área de la carrera o incluso problemas cotidianos”. Él precisa que “hago un proyecto en estructuras y en uno de acueductos lo puedo reproducir, con los cambios pertinentes, o en otro tipo de problemas con la confianza que he desarrollado”. De acuerdo con Kolmos (2015) el método de proyectos privilegia la construcción del problema y sirve mucho en la ejemplaridad. Entonces, el método genera competencias para resolver problemas y para ello se requiere preparación de los docentes para que desarrollen la orientación del proyecto y fomenten una actitud crítica, activa, con independencia y alta autodirección en su aprendizaje, para que sea reproducible.

En los proyectos se observó que varios estudiantes e investigadores habían llevado a cabo otros proyectos y que su ejecución les facilitó el desarrollo de los estudiados (Araque-Niño et al., 2020) y (Perico-Granados, Tovar-Torres, Reyes, Vera, (2022). En este sentido, en unos casos habían actuado como monitores y esas habilidades les facilitaron los procesos para que todas las actividades las desarrollaran con mucha destreza. Estos conocimientos y competencias permitieron que ellos hicieran un trabajo sólido en el proceso de los proyectos que se investigaron.

F. Procesos de mediación docente como formas de aprendizaje

Sobre la mediación el profesor OR expresa que “es importante porque el docente es quien orienta a los estudiantes para que sigan por el camino apropiado y motiva cuando se presentan inconvenientes”. El monitor AR dice que “la mediación incluye acercamiento con el conocimiento, materiales, laboratorios, herramientas e incluso con problemas que se presentan en el desarrollo de los mismos”. Al respecto, el docente propone lecturas para facilitar otras ópticas y sirve de mediador cuando existen problemas. La mediación incluye propuestas de videos, prácticas y otras actividades que hacen que el profesor promueva la optimización del trabajo en la construcción del conocimiento.

El monitor JM expresa que la mediación del maestro en el crecimiento de los estudiantes “influye porque es quién los guía, orienta para la construcción del conocimiento, resuelve dudas, motiva y refuerzan con explicaciones que hacen los monitores”. El Monitor AA dice que “el profesor influye en el método porque orienta todo el proceso, hace de mediador entre estudiantes y conocimientos, entre ellos y medios de aprendizaje, entre ellos y ambientes de aprendizaje y entre ellos cuando hay conflictos”. Al respecto, los maestros ayudan a entender la teoría y los resultados de los proyectos y están atentos para promover el crecimiento de estudiantes.

En este sentido, en los proyectos se encontró que la mediación del maestro es importante porque puede estar presente con respecto al conocimiento, a los materiales, a los laboratorios, a los espacios, la maquinaria, las herramientas e incluso con los problemas entre los mismos estudiantes. El investigador intervino en varias ocasiones para mediar en conflictos entre estudiantes para llegar a acuerdos y reorientar los procesos para obtener los resultados esperados. La mediación incluye el fomento de lecturas, videos, discusiones, debates, prácticas, visitas a obras y supervisión del desarrollo del proyecto para evitar desvíos. Hace parte de la mediación la motivación de los estudiantes por parte del docente, con observaciones cuando se requiere reorientación. De lo contrario permanece callado para promover el crecimiento de sus discentes.

G. Participación del docente

Frente a la participación del docente en el proceso del método de proyectos el profesor OR expresa que “el mayor protagonismo lo ejercen los estudiantes, pero el trabajo del docente es importante. Él lidera, dirige y precisa los parámetros para el buen desarrollo de los proyectos”. Igualmente, “él decide los momentos y las formas de la evaluación, aunque unas de ellas las pueden concertar con los estudiantes. Lo aconsejable es hacerla durante todo el proceso”. Para Hernández et al., (2015) los maestros ayudan a los estudiantes a enfrentar la inseguridad, los guía en los procesos y supera el dispensador de información. Es esencial el compromiso de los docentes para que se apropien del método, lo conozcan, vean sus enormes ventajas y lo trabajen dado su utilidad para maestros y estudiantes.

Según Kolmos, (2015) es más útil la preparación del docente para la sociedad por las ventajas que ofrece el método, como la de comunicar con efectividad. En la rejilla de observación se vio que el profesor conduce el proceso y está presto a responder a las preguntas, con base en su preparación. Entonces, con la participación activa del profesor se construye nuevo conocimiento y con el método se mejoran las competencias blandas, entre ellas las de comunicación. Así, el conocimiento construido es más flexible y de fácil aplicación en problemas reales, con una orientación oportuna del docente, desde el estudio y formulación de los problemas hasta el análisis de resultados.

El monitor AR dice que el profesor “guía el proceso de aprendizaje porque conoce la teoría del método de proyectos y la de los proyectos mismos, que se llevan a cabo y orienta de forma correcta su desarrollo”. Expresa que “con docentes que tienen relación directa entre teoría y práctica y experiencia en varios temas aportan mucho, son críticos, constructivos de lo

que se hacen y mejoran sus procesos de enseñanza”. Al respecto, la labor del docente es importante porque centra los procesos, evita desvíos y está pendiente del cumplimiento de los objetivos de aprendizaje. Se requiere de cualificación docente y de monitores que mejoren sus actividades, para que promuevan el debate y participación activa de estudiantes para la solución de los problemas.

El monitor JM expresa que “la acción docente es importante en la orientación y deben promover que los estudiantes participen con afirmaciones acertadas o erróneas. Allí está la importancia de la acción docente para ampliar los proyectos en la academia”. De acuerdo con Kolmos (2015) en Maastrich y en la Universidad de Aalborg se inició el proceso en toda la universidad y sus resultados han sido excelentes, con la adecuada orientación de los maestros. Igualmente, se ha encontrado que la valoración de la labor del profesor es mayor y se ve un incremento significativo de la calidad del aprendizaje y cualificación del docente. Entonces, el docente aporta en la guía y autonomía para la construcción del conocimiento a lo largo de toda su vida y hay mejora significativa y un mayor rendimiento de los estudiantes.

Para García-Puentes et al., (2019) el compromiso del docente es esencial, aunque se incrementa su trabajo y de los estudiantes para el desarrollo de los procesos. Entonces, es deseable que la metodología básica sea de proyectos, con la orientación del profesor, para tener buenos resultados y adquirir competencias transversales. Los docentes promueven habilidades colaborativas, capacidad para aprender, compartir el conocimiento, promover las actitudes críticas y construir muchas competencias. La guía del profesor, como tutor, hace que el progreso sea sostenido. Igualmente, se ve que los profesores ayudan a armonizar los temas con los proyectos de vida de los estudiantes. El docente contribuye en la motivación de los estudiantes y en una adecuada construcción de los conocimientos.

El monitor AA expresa que “el docente es un guía, pero es necesario que él esté pendiente de los procesos, como la manera en que el estudiante se expresa sobre una problemática”. Al respecto, los tutores deben tener conocimientos de la temática de la materia correspondiente y deben conocer los objetivos de aprendizaje, dominar los roles que se tienen en la dinámica, saber los procesos de evaluación, conocer el trabajo en equipo y promover su retroalimentación. Sin embargo, lo más importante es que el tutor debe estar convencido de la efectividad del método y su disposición permanente para las asesorías.

En los informes de monitores y en las rejillas de observación se encontró que los docentes hicieron preguntas que retaron a los estudiantes para estimular la reflexión y promover el

pensamiento crítico. Ellos ayudaron a plantear metas importantes y reales, produjeron retroalimentación, contribuyeron en mejorar los métodos de estudio, concertaron los espacios de evaluación, promovieron la verificación de la construcción del conocimiento y la aplicación de los saberes anteriores de los estudiantes. Entonces, estimularon la participación de todos los integrantes y sus comentarios orientaron a los estudiantes para que aprendieran con autonomía.

En el mismo sentido, en los proyectos se observó que el papel del docente fue fundamental porque son quienes conocen la teoría del método y de los proyectos por ejecutar, con experiencia en estos procesos y en la actividad profesional. Así, ellos orientaron adecuadamente el desarrollo de las investigaciones, fijaron parámetros a los estudiantes, promovieron los procesos y estimularon a estos en los momentos oportunos.

IV. CAMBIOS OBSERVADOS FRENTE A LOS OBSTÁCULOS Y RUMBO POSIBLE

Se presentaron obstáculos en la ejecución de los proyectos y con la oportuna intervención del investigador principal y docentes se superaron con éxito. En el proyecto de inundaciones en Tunja los estudiantes se sobrepusieron a las dificultades de tomar mediciones de topografía cada tres metros longitudinalmente y cada cincuenta centímetros transversalmente, en las aguas negras (servidas) superficiales que circulan por los ríos Jordán y La Vega. Con su estudio concienzudo, con base en las mediciones y ensayos pertinentes, ellos diagnosticaron los diferentes sitios que contribuyen al represamiento de los ríos y que incrementan las posibilidades de desbordamiento de los mismos (Perico-Granados, Arévalo-Algarra, et al., 2021).

En este mismo sentido, en once sitios en que las construcciones tienen invadida la ronda de los ríos, hubo que insistir para que sus propietarios dieran el permiso para hacer las mediciones y cuantificaciones de las áreas que están infringiendo las normas. Estos aspectos fueron traumáticos dado que los propietarios, convencidos que se trataba de funcionarios del municipio, se rehusaron frecuentemente por las posibles consecuencias, pero finalmente se obtuvieron los datos. Con procesos de concertación entre investigadores y estudiantes se decidió tomar como áreas de mediciones de inundaciones doscientos metros a lado y lado del eje de los ríos para tomar la topografía y hallar también por este medio las cotas y los sitios afectados (Perico-Granados, Arévalo-Algarra, et al., 2021).

Sobre los proyectos en el páramo de Siscunsi y Las Cañas se hicieron con un recorrido de cerca de dos horas y media desde la ciudad de Tunja, sitio de los laboratorios para las comprobaciones. Para las visitas, toma de muestras de suelo con

alto contenido de humus en cerca de cinco estratos, vegetación, agua en varios sitios de las cinco quebradas y en diferentes puntos geográficos se requerían recursos de tiempo y se obtuvieron los económicos. Se llevaron a cabo las actividades previstas en la metodología para la obtención de los datos de las variables y desarrollar los procesos de modelaje. Por las distancias fue necesario tomar precauciones adicionales para evitar la alteración de las muestras, especialmente de humedad. Por sus características hidrológicas, la mayor parte del tiempo estuvo lloviendo en el páramo y para llevar a cabo el recorrido y tomar las muestras se necesitó de equipos especiales para que las muestras se pudieran obtener con la mínima alteración (Puerto-Cristancho, 2016).

En varias ocasiones por las diferencias entre estudiantes y un docente se invirtió el tiempo necesario, con varias sesiones, para mediar y evitar tropiezos o rupturas en el desarrollo. En casi todos se obtuvieron excelentes resultados, con varias publicaciones y ponencias en distintos eventos (Araque y otros, 2020). De otro lado, en tres proyectos para los estudiantes fue exigente el proceso, por la necesidad de aprender varios programas como Argis, dominar el uso de imágenes satelitales, hacer las correcciones, que se desprenden de la toma de fotografías aéreas; construir prototipos, piscinas de experimentación, desvió de aguas residuales para manipular las variables y revisar remociones en masa, entre otros aspectos. El esfuerzo fue alentador por el mismo entusiasmo de los estudiantes, aspecto que hizo que los resultados fueran excelentes (Perico-Granados, Garza-Puentes, et al., 2022).

Se observa la necesidad de promover la cualificación con un mayor número de docentes para desarrollar una siguiente etapa del proyecto. Este aspecto es fundamental con la construcción del conocimiento sobre el método con los nuevos docentes que se integren a las actividades y aunque se necesita más tiempo de todos los actores es una inversión que se retribuye con creces por los resultados que se obtienen. De esta manera, se espera continuar con la precisión para establecer los riesgos y definir la ubicación de las alertas tempranas para evitar las catástrofes referidas.

Hace falta trabajar más para formar mejores seres humanos, construir con más profundidad las competencias blandas y fomentar más el pensamiento crítico (Ávila, et al., 2012), (Bautista-Roa, 2020) y (Perico-Granados, Tuay-Sigua, et al., (2022). Es recomendable continuar con investigaciones sobre el tema y abordarlas desde los diferentes actores: los docentes, los estudiantes, los monitores, los laboratoristas, entre otros. De todos los proyectos que se inicien es pertinente siempre proponer políticas de gobierno a las corporaciones autónomas, a las gobernaciones y/o a los municipios sobre la conservación y recuperación de los páramos. En Colombia están ubicados más del 50% de los que existen en el mundo.

Se necesita cualificación en sistemas de información que permitan utilizar toda la que existe en las redes, en internet y en

las bases de datos. Sin embargo, como aspecto central de la educación, hace falta más reflexión, para que los estudiantes y los docentes tomen más conciencia de la importancia de los recursos naturales para la reproducción de la vida, del tratamiento de las aguas de forma alterna y con los nuevos proyectos siempre incluir acciones ante los gobiernos municipales, departamentales y nacionales e incluso ONGs para que con pensamiento crítico se puedan resolver los problemas del ambiente, según el nivel que corresponda. Así, se espera promover la disminución del consumo en todos los estratos sociales y se pueda impulsar en las personas y las instituciones programas masivos de reforestación, especialmente, con árboles nativos para generar más oxígeno y mejorar el ciclo vital del agua.

V. CONCLUSIONES

Los estudiantes, con el método de proyectos, desempeñan un mayor rol de sujetos aprendices, por la delegación y las responsabilidades que reciben, que en el método tradicional. En el proceso son los protagonistas principales, interactúan entre ellos, con monitores y docentes y se entrenan para trabajar en equipo, con la guía oportuna del maestro, con sinergias positivas. Ellos mismos conformaron sus equipos de trabajo, en promedio de tres hombres y mujeres, para que comenzaran con empatía la construcción del problema y para obtener los objetivos de aprendizaje, con motivación continua. Los participantes orientaron los procesos, especialmente los estudiantes, quienes incidieron en la ejecución de sus proyectos, con ideas en debates, preguntas, desarrollaron sus propuestas, análisis y obtuvieron sus conclusiones. Trabajaron con otros participantes como monitores, laboratoristas y docentes y crecieron en todos los sentidos, especialmente como sujetos.

Con el método de proyectos se observó se construye conocimiento con la ejemplaridad, dado que, ejecutado un proyecto en un área, con estas habilidades los estudiantes se capacitaron para llevar a cabo proyectos en otra área diferente y del entorno. Quienes tuvieron experiencias previas en proyectos consiguieron habilidades superiores para abordar los nuevos. Los monitores quienes sobresalieron en procesos académicos luego adquirieron competencias teóricas y prácticas, que aplicaron en las monitorías. Entonces, es un reto para docentes formar más estudiantes para monitores, quienes amplían los conceptos y personifican la ejemplaridad. Con frecuencia los estudiantes aprenden con más agilidad de sus pares, como los monitores.

La mediación del maestro se observó en la construcción del conocimiento, con los ambientes de aprendizaje, con los conocimientos, autores, con otros actores y en su contribución en la solución de conflictos de manera negociada. Cuando los estudiantes hicieron su trabajo de forma apropiada el docente no intervino para permitir el óptimo desarrollo en la construcción

del conocimiento. Solamente dio las voces de aliento necesarias para continuar por el camino correcto.

En estudiantes de los primeros semestres, con el desarrollo del método por proyectos les hace más atractiva la carrera de Ingeniería, por las experiencias que les genera el proceso y por la construcción del conocimiento. Muchos estudiantes manifestaron la transformación positiva en competencias humanas. Al respecto, se superaron las dificultades para obtener la información de medición de áreas, sobre aguas negras, para establecer los riesgos de inundación. Los estudiantes aprendieron sistemas de procesamiento y modelación para obtener los resultados finales con distintos escenarios.

El método de proyectos es una didáctica que permite aprender investigando, permite investigar haciendo y que parte de hacer estudiando. En tanto didáctica que genera reflexión en el aprendizaje, contribuye en la construcción del conocimiento a partir de los procesos de investigación. Se observa en la elaboración de los proyectos desde la problematización, con profundización en construcción del estado del arte, marco teórico, selección de objetivos y ejecución del proyecto. Sin embargo, permite aprender con la interacción en las salidas de campo, ensayos de laboratorio, contexto, práctica, reflexión y el pensamiento crítico.

VI. AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al profesor Manuel Orlando Hernández y a todos los monitores que participaron en los proyectos de esta década de la investigación en las universidades Santo Tomás, Juan de Castellanos y UNIMINUTO

VII. REFERENCIAS

- [1] Avella-Forero, H., Perico-Granados, N., Acosta Castellanos, P., Queiruga Dios, A., y Arévalo Algarra, H., “ Desarrollo de Competencias Aplicando el Método de Proyectos. Aplicación en Ingeniería Ambiental (2021).. En: Gude Prego, JJ, de la Puerta, JG, García Bringas, P., Quintián, H., Corchado, E. (eds) 14th International Conference on Computational Intelligence in Security for Information Systems and 12th International Conference on European Transnational Educational (CISIS 2021 e ICEUTE 2021). CISIS - ICEUTE 2021. Avances en Sistemas Inteligentes y Computación, vol 1400. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-87872-6_37
- [2] Araque-Niño, I., Britto Aponte, M., Cuellar-Rodríguez, L., Perico-Granados, N. (2020). “Fitorremediación en aguas residuales sin tratamiento previo. Caso: Tierra Negra, Boyacá”, en revista de

- tecnología, Universidad del Bosque, en: <https://doi.org/10.18270/rt.v17i1.2950>
- [3] Bautista Roa, M. (2020). La configuración de una pedagogía humanista desde una ética de la alteridad hacia la responsabilidad social universitaria, en: Cuestiones de Educación, Pedagogía y Humanismo en el siglo XXI. Tunja, Editorial Universidad Santo Tomás.
- [4] Elliot, J. (2005). La investigación-acción en educación, Ediciones Morata, Madrid, España.
- [5] García Puentes, Constanza Dorey, Montañó Santana, Jheyson Fernando, & Pérez Rodríguez, Cesar Arturo. (2019). Aprendizaje basado en proyectos para el desarrollo comunitario, una experiencia en la formación de Ingenieros Civiles. *Conrado*, 15(68), 130-134. Epub 02 de septiembre de 2019. Recuperado en 22 de marzo de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000300130&lng=es&tlng=es.
- [6] Hernández, Carola; Ravn, Ole, y Valero, Paola. (2015). El modelo PO-PBL desde una perspectiva socio-cultural del aprendizaje, en: <https://journals.aau.dk/index.php/pbl/article/view/1206>
- [7] Kolmos, A; Holgaard, J y Dahl, B. (2013). “Reconstructing the Aalborg Model for PBL, un caso de la Facultad de Ingeniería y Ciencia, Universidad de Aalborg”. En: Cuarto Simposio Internacional de Investigación sobre Aprendizaje Basado en Problemas, 2013.
- [8] Kolmos, A. (2015). “Design-based research: Issues in connecting theory, research and practice”, Journal: Research in Engineering Education Symposium Sider 13-15, Udgiver Dublin Institute of Technology
- [9] Perico-Granados, N., Galarza, E., Diaz-Ochoa, M., Arévalo-Algarra, H., Perico-Martínez, N. (2020). GUÍA PRÁCTICA DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA: Apoyo a la formación de docentes y estudiantes. Uniminuto. En: https://repository.uniminuto.edu/jspui/bitstream/10656/10822/1/Libro_Gu%C3%ADa%20practica%20de%20investigaci%C3%B3n%20en%20ingenier%C3%ADa_2020.pdf
- [10] Perico-Granados, N., Arévalo-Algarra, H., Reyes-Rodríguez, C., Perico-Martínez, C., Vera, M., Monroy, J. (2021). Sitios de inundaciones causadas por los ríos La Vega y Jordán, Tunja (Boyacá), *Tecnura*, 25(67), 86-101. <https://doi.org/10.14483/22487638.15248>
- [11] Perico-Granados, N., Tovar-Torres, C., Miranda-Bitar, J., Suárez-Alvarado, P., Puerto-Cristancho, M. (2021). El monitor para construir conocimiento con proyectos, en: Sinergias educativas, October -December Vol. 6 - 4, <https://sinergiaseducativas.mx/index.php/revista/articulo/view/300/784>
- [12] Perico-Granados, N., Tovar-Torres, C., Reyes, C., Perico-Martínez, C. (2021). Formación de docentes y transformaciones desde la ingeniería. Uniminuto. En: https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/11822/1/Libro_Formaci%C3%B3n%20de%20docentes%20y%20transformaciones%20desde%20la%20ingenier%C3%ADa_2021.pdf
- [13] Perico-Granados, N., Tovar-Torres, C. Perico-Martínez, N., & Reyes, C. (2021). El método de proyectos en unos casos de ingeniería civil y en pedagogía. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(6), 144-152. En: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000600144&lng=es&tlng=es
- [14] Perico-Granados, N, Tovar-Torres, C., Reyes, C., Vera-Guarnizo, M., (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>
- [15] Perico-Granados, N., Tuay-Sigua, R., Blanco-Portela, N. (2022). La educación para el desarrollo sostenible en la formación de ingenieros, en: La educación, las ciencias sociales y la interculturalidad. Una mirada desde la formación posdoctoral. En: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/43596/libro%20educaci%C3%B3n,%20las%20ciencias%20sociales.pdf?sequence=1>
- [16] Perico-Granados, N., Garza-Puentes, J., Tovar-Torres, C., González-Díaz, L. (2022). Análisis de la recordación del concepto de remoción en masas en graduados de ingeniería civil. Un estudio de caso de Educación para el Desarrollo Sostenible. Corporación universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO. Editorial Grupo Compás. En: II Congreso internacional de Responsabilidad Social, Innovaciones y retos emergentes para el cuidado del planeta 2021, pp 27-53.
- [17] Perico-Granados, N., Tovar-Torres, C., Reyes, C., Perico-Martínez, L. (2022). La experiencia, la reflexión y la mediación en la construcción de conocimientos. En: Publicaciones, 52(3), 319–335. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v52i3.22276>

- [18] Puerto-Cristancho, M. (2016). Informe final de investigación en el páramo de Las Cañas.
- [19] Puerto-Cristancho, M., Perico-Granados, N., Reyes, C., Guzmán, L., Garzón, L. (2022). Ladrillo de plástico comparado con el tradicional, en: Ingenierías USB Med, en: <https://revistas.usb.edu.co/index.php/IngUSBmed/articula/view/5107>
- [20] Tuay-Sigua, R., Porras Contreras, Y., Pérez Mesa, M. (2021). PENSAMIENTO CRÍTICO EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE CIENCIAS. En: Revista Tecné, Episteme y Didaxis, año 2021.