Jangwa Pana Vol. 23(3) | 2024 | e-ISSN 2389-7872
https://doi.org/10.21676/issn.1657-4923

BY-NC-SA

Autonomía, experticia y liderazgo con proyectos de ingeniería ambiental en estudiantes de una universidad colombiana

Autonomy, expertise and leadership with environmental engineering projects in students of a Colombian university

Néstor Rafael Perico-Granados*, Jenifer Paola Garza-Puentes**, Pedro Mauricio Acosta-Castellanos*** y Hernando Avella Forero****

Resumen: Esta investigación tuvo como objetivo establecer la educación ambiental como estrategia para dar solución a la generación de residuos sólidos, aplicando el método aprendizaje por problemas orientado por proyectos, ABP-OP, y el desarrollo de competencias humanas y profesionales. Los proyectos fueron elaborados y aplicados por parte de estudiantes de la facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Santo Tomás- seccional Tunja, en tres semestres a partir del año 2019, orientados por el investigador principal con el tema de educación ambiental. Se aplicaron encuestas, entrevistas y rejillas de recolección de datos cualitativos y cuantitativos, para determinar el estado de las competencias iniciales y sus avances durante la aplicación del método. Se observó que los estudiantes, al iniciar la investigación, no tenían claro el desarrollo de las competencias. Entre las conclusiones se observó con el avance de los proyectos de investigación e intervenciones del docente, que los estudiantes relacionaron su proceso formativo con el desarrollo de competencias tales como la autonomía, la experticia y el liderazgo y la solución de problemas ambientales.

Palabras clave: competencias; educación ambiental; residuos sólidos; separación en la fuente.

Abstract: This research aimed to establish environmental education as a strategy to solve solid waste generation, applying the project-oriented problem-based learning method, ABP-OP, and the development of human and professional skills. The projects were prepared and applied by students of the Faculty of Environmental Engineering of the Santo Tomas University - Tunja section, in three semesters in 2019, guided by the main researcher with the theme of environmental education. Qualitative and quantitative data collection instruments were applied to determine the state of the initial skills and their progress during the application of the method. It was seen that the students, at the beginning of the investigation, were not clear about the development of the competences. Among the conclusions, it was seen with the progress of the research projects and interventions of the teacher, that the students related their formative process with the development of competences such as autonomy, expertise and leadership and the solution of environmental problems.

Keywords: competences; environmental education; solid waste; separation at the source.

Artículo de investigación/Research article
Cómo citar este artículo: Perico-Granados, N., Garza-Puentes, J., Acosta-Castellanos, P., y Avella, H. (2024). Autonomía, experticia y liderazgo con proyectos de ingeniería ambiental en estudiantes de una universidad colombiana. *Jangwa Pana, 23*(3), 1-9. doi: https://doi.org/10.21676/16574923.5384
Recibido: 10/07/2023 | **Aceptado:** 01/08/2024 | **Disponible en línea:** 01/09/2024

1 * Corporación Universitaria Minuto de Dios, Colombia – Correo: nestor.perico@uniminuto.edu.co – ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1768-793X
** Corporación Universitaria Minuto de Dios, Colombia – Correo: jenifer.garza@uniminuto.edu – ORCID: http://orcid.org/0000-0001-9021-0340
*** Universidad Santo Tomás, Colombia – Correo: pedro.acosta@usantoto.edu.co – ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1010-7210
**** Universidad Santo Tomás, Colombia – Correo: Hernando.avella@usantoto.edu.co – ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5604-0138

BY-NC-SA

Introducción

En el siglo XXI se observa un alto consumo de productos de todo tipo y a la vez poco interés en el manejo adecuado de residuos, que causan contaminación de fuentes hídricas, afectaciones a la capa de ozono, deforestación de bosques y selvas y extinción de fauna y flora (Hernández & Corredor, 2016) y (Araque-Niño et al., 2018). Según El Banco Mundial (2018) se generan anualmente 2.010 millones de toneladas de residuos sólidos, por la urbanización, con más énfasis en Asia y Europa. Entonces, son necesarios procesos para su solución, como la educación ambiental en el manejo de residuos sólidos.

De 1950 a 2017 se produjeron 9.2 millones de toneladas de plástico, es decir, más de una tonelada por persona que actualmente habite en la tierra. Los empaques de un solo uso son los de mayor consumo y solo el 10% fue reciclado (Heinrich Böll Stiftung, 2020). El problema crece y en la presenta década se están produciendo cerca de 2,2 billones de toneladas al año (Segura et al., 2020). En Colombia, de manera similar, la contaminación de las aguas se presenta en la gran mayoría de los centros poblados, la cual se vierte a los ríos y quebradas sin tratamiento (Araque-Niño et al., 2018). Sin embargo, los jóvenes y los estudiantes en general consideran el cambio climático como algo alejado, que no tiene relación con ellos y por tanto no se interesan por su estudio, análisis y búsqueda de soluciones, por desconocimiento del tema (Bello-Benavides et al., 2016).

Al respecto, la educación y la reflexión son los procesos indispensables, al principio, para que los nuevos habitantes del planeta puedan elegir apropiadamente su futuro (Echeverría Samanes & Martínez Clares, 2018). Sin embargo, en la formación de ingenieros se privilegia para la competitividad y no para la colaboración, ni solidaridad, ni para construir competencias humanas, a pesar de que se cuenta con planteamientos para una formación en valores (Capote et al., 2016; Perico-Granados et al., 2022). Esta investigación generó impactos en quienes participaron en la parte humana, social, ambiental y económica, dado que en los proyectos ejecutados existió mucha experiencia práctica, reflexión, confrontación con la teoría y luego procesos de acción nuevamente prácticos y con ello construcción de conocimientos. Lo que muestra que se requieren nuevos profesionales competentes para afrontar la sustentabilidad del planeta de forma integral, en lo ambiental, económico y social y con lata formación humana.

De otro lado, con la formación tradicional poco se incentiva la investigación y el liderazgo. En este sentido, se plantean nuevos procesos alternativos como la solución de problemas y el método de proyectos, que contribuyen en la construcción del conocimiento, de competencias humanas y la sostenibilidad (Capote et al., 2016; Perico-Granados et al., 2021). Entonces, con relación a la producción de residuos sólidos, los residuos de construcción y demolición, la contaminación del agua, la contaminación que genera el cambio climático y los problemas que dañan el entorno, es indispensable y urgente asumir el reto de promover una educación, con nuevas formas para construir el conocimiento como los proyectos que les generen nuevas experiencias a los estudiantes y los motive de forma práctica a encontrar soluciones y a comprometerse con ellos (Perico-Granados et al., 2022b). Al respecto, esta investigación propone acciones, a partir de la práctica docente con estudiantes, para ver sus cambios y compromisos en la sostenibilidad ambiental. El propósito fue verificar la educación ambiental a partir de los residuos sólidos, con base en el método ABP-OP y el desarrollo de competencias humanas y profesionales.

Elementos teóricos

Dewey promovió la formación con proyectos, luego Fröbel y Montessori orientaron su labor educativa con actividades creativas, pero la consolidación del método de proyectos fue gracias a Killpatrick. Él observó que el entusiasmo de los estudiantes al momento de trabajar en su proyecto presentaba una variación positiva para investigar con mayor libertad para tomar decisiones (Rodríguez-Mesa et al., 2017). Al respecto, la Universidad de McMaster ha sido pionera en la adopción de este aprendizaje en la formación de profesionales. Se trata de un método didáctico que se encuentra dentro de las pedagógicas activas y genera el aprendizaje por medio del descubrimiento y la construcción del conocimiento con los estudiantes como protagonistas. El aprendiz investiga, selecciona la información, la organiza y resuelve los problemas con los que se enfrenta y el docente orienta, sugiere información y colabora en las necesidades que se le presentan al estudiante (Romero Gómez, 2020). Para Bruner (2013), impulsador del constructivismo, expresa que el aprendizaje por descubrimiento y construcción del ser humano va más allá de la información, es decir, que se orienta al objetivo de aprender haciendo y así resolver

BY-NC-SA

problemas. Ruiz (2013) precisa que con una situación problema que se presente a los estudiantes, ellos formulan hipótesis, reflexionan sobre la situación original y realizan el proceso de pensamiento para resolver el problema. Para Núñez et al. (2017) y Tuay-Sigua et al., (2021) se confronta a los estudiantes con una problemática real, se indaga, identifica y analiza el problema, se plantean hipótesis, precisan la información necesaria, aplican su nuevo conocimiento, evalúan las soluciones y reflexionan sobre el conocimiento y las habilidades adquiridas, aspectos que contribuyen al desarrollo del pensamiento crítico en su proceso de formación profesional.

Para Fernández y Duarte (2013) y Perico-Granados et al. (2020a) si se involucra la construcción de competencias en el proceso educativo se reflejan desempeños integrales para la interpretación, argumentación y solución de problemáticas, con más creatividad, crecimiento continuo y se articulan el saber ser, saber convivir, saber hacer y saber conocer. Estos métodos favorecen la interrelación de distintas materias o disciplinas para la solución de problemas, con el desarrollo de competencias en los estudiantes, que a futuro harán uso como profesionales. Entonces, el enfoque de una educación centrada en las competencias humanas y profesionales, con base en el método por proyectos, genera resultados con un desempeño profesional efectivo y responsable.

Para Bogoya (2003) las competencias implican la capacidad para hacer en contexto, con base en habilidades adquiridas y luego aplicadas en cualquier sitio. Incluye los conceptos que permiten analizar, comprender y actuar e incrementar los conocimientos. También incluye el acceso a métodos, procesos, procedimientos y técnicas para realizar las tareas. Sin embargo, para Bautista (2020) se deben destacar las competencias humanas que deben privilegiarse antes que las otras porque las relaciones interpersonales, los principios y los valores son las que permiten, con más facilidad desarrollar las demás.

Por otro lado, el aprender a vivir juntos es un reto de la educación, para enseñar la diversidad de las especies y tomar conciencia de las semejanzas entre los seres humanos. También, el aprender a ser involucra cuerpo, mente, inteligencia, sensibilidad, sentido estético, responsabilidad individual y espiritualidad, con pensamiento autónomo y crítico para elaborar juicios de sí mismo en las diferentes circunstancias de la vida. De acuerdo con Giordano (2016) la formación por competencias para los ingenieros está compuesta por una dimensión académica y/o procesos de formación profesional; la dimensión profesional que implica el ejercicio del conocimiento para solución de problemáticas en la práctica profesional; la dimensión social integra la dimensión académica y profesional, y la dimensión ambiental para mantener el equilibrio entre protección de recursos y solución de problemáticas.

Entonces, en la tercera década del siglo XXI, recae el reto en la academia para liderar procesos de formación para el desarrollo de competencias, solucionar problemas reales en su entorno y mejorar los procesos de aprendizaje. Entre ellas están la autonomía, construcción del conocimiento, lenguaje profesional, experticia, trabajo en equipo, pensamiento crítico, capacidad colaborativa, comunicación eficiente de forma oral y escrita, ejemplaridad y solidaridad, entre otras. Con ellas se espera aportar a la sustentabilidad del planeta, a partir de la sostenibilidad ambiental, social y económica.

Métodos y materiales

Esta experiencia pedagógica se realizó con base en la investigación acción educativa, con proyectos desarrollados en el programa de Ingeniería Ambiental de la Universidad Santo Tomás, en Tunja, Boyacá, con 60 estudiantes que cursaron “Introducción a la ingeniería”, “Gestión en residuos sólidos” y “Gestión ambiental y procesos”. Un alto porcentaje de ellos se encontraban en estratos socioeconómicos tres y cuatro. Se tomaron estos cursos de forma deliberada, dado que uno de los investigadores orientó esos espacios académicos. Se hizo con lo indicado por Perico-Granados et al. (2020b) y así los discentes elaboraron los proyectos, mediante investigación mixta, con recolección y análisis de los datos, discusión e inferencia y obtención de conclusiones. Los estudiantes también participaron como informantes de los cuestionarios, durante el periodo académico 2019. Los instrumentos usados fueron la revisión documental, observación, entrevistas y encuestas.

La investigación se llevó a cabo con información de los temas a trabajar, se precisó la metodología a usar y los instrumentos más adecuados que se acoplaran a la investigación y a la recolección y tratamiento de la información. Al respecto, se aplicaron los instrumentos a la población que participó en el proyecto al iniciar el semestre académico para establecer los conocimientos

BY-NC-SA

que mostraban los discentes en ese momento. Se promovió que los mismos estudiantes conformaran los equipos de trabajo para la ejecución de los proyectos de investigación, en los que ellos mismos definieron los problemas de su entorno que se plantearon resolver. Durante el periodo de estudio se profundizó en las definiciones y comportamientos de competencias humanas como autonomía, experticia, comunicación y liderazgo, entre otros aspectos. Se volvieron a aplicar los instrumentos al finalizar el semestre para evaluar la construcción de conocimientos y competencias. Estos instrumentos precisaron los principales comportamientos de cada una de las competencias humanas que se tabularon en el presente artículo y su variación en el periodo de estudio. Con la aplicación de los instrumentos relacionados se obtuvieron los resultados que se describen en las diferentes tablas, como comparación de los datos iniciales y los finales y se hizo su análisis a partir de la confrontación con los principales autores sobre la temática. Se obtuvieron las conclusiones que se relacionan al final del texto. Se observaron todas las normas éticas para el trato de las personas y se obtuvieron los documentos para el tratamiento de los datos de los informantes y de sus padres, en los casos que fueron menores de edad, para el momento. Los autores fueron exigentes con los procesos en el respeto y protección de la vida.

Resultados

Los resultados se obtuvieron con base en los instrumentos aplicados: encuestas, entrevistas, rejilla de observación y diario de campo. Se identificaron las competencias humanas y profesionales desarrolladas con los estudiantes: autonomía, liderazgo, trabajo en equipo, reflexión, pensamiento crítico, comunicación oral y escrita, reflexión, pensamiento crítico y experticia. Las encuestas iniciales y finales aplicadas a los estudiantes se aprecian en la tabla 1, con los cambios en cada una de las competencias y se observa el cambio en las mismas, con base en la aplicación de los proyectos y la orientación docente sobre cada competencia en varios espacios académicos.

Tabla 1.
Variación de competencias entre encuesta inicial y final

Competencia	Encuesta Inicial (%)				Encuesta Final (%)			
	Siempre	Casi siempre	Algunas Veces	Casi nunca	Siempre	Casi siempre	Algunas Veces	Casi nunca
Autonomía	0	6	69	25	55	33	6	6
Pensamiento crítico	31	31	25	13	44	39	17	0
Experticia	13	62	25	0	33	50	17	0
Trabajo en equipo	19	31	44	6	39	28	33	0
Comunicación oral y escrita	1	8	61	30	11	56	28	5
Liderazgo	0	26	31	7	11	60	29	0
Reflexión	6	56	31	7	13	45	40	2
Método de proyectos	0	5	5	90	88	12	0	0

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de las entrevistas se observan en la matriz que resume las opiniones estudiantiles, con respecto a cada una de las competencias evaluadas. Éstas se muestran en la tabla 2.

BY-NC-SA

Tabla 2.
Matriz entrevista inicial y final

Área	Competencia	Análisis	
		Entrevista inicial	Entrevista final
Introducción a la ingeniería	Autonomía	En todas circunstancias esperan las instrucciones del docente.	Actúan con iniciativa y toman decisiones en las diferentes actividades de los proyectos.
	Pensamiento crítico	Evitan las críticas frente a su proceso formativo	Son críticos frente a metodologías de la clase
	Experticia	Solo conocimientos teóricos y carencia de actividades prácticas como salidas de campo	Existe combinación parcial de teoría con práctica.
	Trabajo en equipo	Identifican la necesidad de la competitividad en la profesión.	Desarrollan acciones de colaboración y cooperación en su relación con los compañeros.
	Comunicación escrita y oral	La comunicación escrita es muy débil. Con contadas excepciones la expresión oral les genera pánico escénico.	Se fortaleció con ensayos, informes y proyecto escrito. Expresión oral se practicó mucho y dio resultados buenos.
	Método de proyectos	Bajo o nulo conocimiento del método	Reconocen el método para resolver problemas.
	Liderazgo	Evitan la iniciativa con proyectos, escuchan a sus compañeros, pero descartan sus opiniones a veces.	A veces hacen que las cosas sucedan.
	Reflexión	Memorizan el conocimiento obtenido en clase en tiempos de estudio independiente.	Comparan los resultados con uno o dos conceptos de autores.

Fuente: elaboración propia.

La rejilla de observación permitió triangular la construcción de las competencias, por parte del docente y se hizo a partir de las categorías relacionadas con ella. Se aplicó en los proyectos escritos y exposiciones de cada grupo de estudiantes sobre sus proyectos de investigación en educación ambiental. Los resultados son similares a los encontrados con los otros instrumentos. En la autonomía se observó que ellos consultaron bibliotecas y bases de datos, por su iniciativa, para construir el conocimiento con mayor profundidad y para su exposición. En el liderazgo se vio que en varios grupos uno de los estudiantes toma la iniciativa para responder y los otros se limitan a intervenir en la exposición, en los espacios que les corresponde, pero en conjunto se apreció que ellos hicieron que los proyectos tuvieran éxito. Frente al trabajo en equipo se observó la cooperación en los grupos para la investigación, se entregaron los proyectos escritos e hicieron la exposición de forma coordinada, en todos los casos.

Con respecto a la reflexión se vio que ellos relacionaron sus experiencias con el contexto y con autores, aunque en pocos casos se observaron escasas fuentes bibliográficas consultadas. Del pensamiento crítico se estableció que aprendieron a escuchar, analizar, reflexionar, debatir, confrontar, asumir diferentes posturas y plantearlas frente a sus compañeros. En la comunicación oral usaron vocabulario cercano al de los profesionales, aprendido en los proyectos y precisaron sus argumentos de manera adecuada. En la comunicación escrita fue menor el éxito, por falta de ideas más elaboradas, con lenguaje menos preciso y dificultades en el uso de signos de puntuación en la redacción. Con el método de proyectos aprendieron sobre la organización y metodología para sus proyectos, desde la construcción del problema, sus propuestas de solución y mayores conocimientos. Finalmente, respecto a la experticia los estudiantes aplicaron fundamentos teóricos en sus proyectos y los llevaron a la experimentaron en los espacios donde desarrollaron los proyectos.

BY-NC-SA

Análisis de resultados

La construcción de conocimiento y de competencias fue significativo con base en los proyectos ejecutados, como se aprecia en los diferentes resultados. Para Pamplona et al. (2019) las competencias integran conocimiento, actitudes, habilidades, roles, responsabilidades, desarrollan el conocimiento de manera efectiva e integran saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales. Los estudiantes identificaron la autonomía como esencial en su formación profesional. En las encuestas se encontró que ellos construyeron conocimiento y crecieron en la toma de decisiones. En la competencia de autonomía se observó un incrementó de un 19% en los estudiantes de primer semestre y en los otros se incrementó en 41%. Igualmente, en los resultados se vio que ellos tomaron decisiones en la segunda parte de forma autónoma para obtener los resultados de su proyecto. Para Carmona Gallego (2020) esta competencia se forma en el desplazamiento de la heteronomía en edades tempranas, a la toma de decisiones. Las acciones del sujeto son acordes a la ley que se establece en su sociedad, se refleja en los procesos de toma de decisiones y formación de juicios. Los sujetos deciden las normas para ellos mismos. Entonces el reto es incorporar estrategias para su enseñanza y desarrollar el ser, saber, hacer y convivir. El método de proyectos permitió observar el avance de esta competencia.

De acuerdo con Perico-Granados et al. (2020a) el trabajo en equipo promueve acciones como precisar y comprometerse con objetivos grupales, integración, solución de conflictos, responsabilidad y desarrollo de tareas. Según Puerto-Cristancho et al. (2023) las trasformaciones en competencias humanas como la experticia, la adecuada comunicación y el trabajo en equipo se generan con la práctica de los proyectos. En la investigación se midió con encuestas y se observó que los estudiantes de primer semestre consideraron muy relevante esta competencia para su proceso formativo con un porcentaje del 67% y en los demás semestres con un porcentaje de 44%. Los discentes expresaron en las entrevistas, de manera unánime, que fue significativo aplicarla en sus procesos formativos, porque les permite compartir ideas u opiniones, aprendiendo de sus compañeros para ser mejores profesionales.

Según Dewey (2014), un pensamiento reflexivo se genera a partir de situaciones que representan un dilema el cual supone alternativas. La reflexión se refuerza en los espacios académicos, con problemas reales del entorno, como la educación ambiental para disminuir los residuos sólidos. Sin embargo, falta mayor reflexión para que los estudiantes cuestionen procedimientos y resultados en laboratorios y en campo e información del docente. Entonces, los discentes adolecen de mayor indagación sobre los procesos antes de ejecutarlos en la práctica, para una mejor formación profesional.

Los estudiantes piensan de manera crítica cuando fundamentan y expresan sus ideas, responden a situaciones que se presentan, construyen su razonamiento de forma coherente, con docentes que inciden en su formación (Bautista, 2020; Tuay-Sigua et al., 2021). Así mismo, García-Puentes et al. (2022) expresan que el pensamiento crítico es una competencia que se debe formar en las aulas porque es el clima propicio para la reflexión y el análisis que conducen a la consolidación de conocimientos con distintas perspectivas. El pensamiento crítico se fortaleció con su aplicación en sus proyectos de investigación y en sus análisis de los entornos. Sin embargo, en las entrevistas se encontró que los discentes se sienten temerosos de dar sus opiniones frente a aspectos técnicos que observan y tampoco ofrecen soluciones. En la encuesta se encontró un aumento de la competencia del 26% en los estudiantes de primer semestre, mientras que en los otros fue del 3%. Esta competencia les ayuda en el tratamiento adecuado de la información, con análisis y formación de juicios para tomar decisiones.

Para Cantú y Roque (2014) la comunicación es clave en la educación de los estudiantes y futuros profesionales, con competencias con su lengua materna en la expresión oral (conversaciones, debates, exposiciones académicas y profesionales) y expresiones escritas (textos e informes). Para Orduz et al. (2021) la comunicación oral y escrita se practica desde las aulas, con la exposición de los resultados parciales y finales de los proyectos. Al respecto, se observó que la comunicación escrita es más difícil de desarrollar y que es poca la habilidad que tienen para expresar sus ideas. En la expresión oral se vio el nerviosismo y falta de confianza de los discentes, pero en entrevistas y encuestas se observó un mayor incremento que la escrita. La comunicación efectiva facilita la construcción del conocimiento, a través de mensajes orales y escritos.

Según García et al. (2020) la repetición de una actividad no es suficiente para ser un experto, se requiere del conocimiento teórico, con retos cada vez mayores que superar. Se encontró que los estudiantes ganaron

BY-NC-SA

capacidades en el 7% para combinar teoría y la práctica, con base en encuestas y entrevistas. Sin embargo, existen espacios académicos en que la teoría no es coherente con la práctica. Por otro lado, para Giraldo y Naranjo (2014) un líder debe tener cualidades como comunicación asertiva, creatividad, proactividad y trabajo en equipo, para obtener metas que comparte con sus seguidores. Esta competencia se incrementó con base en la escucha de las opiniones de sus compañeros, animación de ellas y mediación de conflictos. Sin embargo, no siempre toman la iniciativa para liderar un grupo de trabajo por falta de insistencia en sus argumentos.

Conclusiones

El método ABP-OP fortalece la construcción de conocimientos, autoeducación y autogobernabilidad en procesos formativos y personales. Los estudiantes presentaron soluciones a los problemas sobre generación de residuos sólidos, en diversos espacios de la sociedad como el mercantil y centros de formación primaria y secundaria.

En primer semestre la autonomía creció en 19% y en los otros semestres en 41%. A pesar de las diferencias con los proyectos todos tomaron decisiones y abandonaron parcialmente la heteronomía. Ellos vieron el trabajo en equipo como una herramienta muy útil y necesaria para su formación, dado que les permite desenvolverse como futuros profesionales de manera adecuada. Los discentes mejoraron en esta competencia en el 67%.

El liderazgo tuvo para los estudiantes un fortalecimiento, con el crecimiento personal y profesional. En sus equipos de trabajo lo hicieron más por el ofrecimiento de los otros que por su iniciativa y su aumento fue del 25% en estudiantes de primer semestre. La experticia se incrementó en 6% en estudiantes de primer semestre y la combinación de la teoría y la práctica se desarrolló con los proyectos. La teoría la trabajaron en el aula y la práctica con las comunidades intervenidas, con didácticas para la reducción y manejo de residuos sólidos.

La expresión oral y escrita se desarrollaron con las exposiciones sobre sus proyectos frente a los estudiantes de la clase y a las comunidades y en los informes. Se incrementó en 39% en primer semestre. El pensamiento crítico y la reflexión, como competencias esenciales para la construcción de conocimiento, aumentaron en los estudiantes de primer semestre 26%.

El alcance de la investigación se fundamentó en llevar a cabo el proceso con base en la acción educativa con estudiantes y docentes para establecer los resultados del método a partir del trabajo con las competencias escogidas. Es de esperarse que en futuras investigaciones se pueda profundizar en estas mismas competencias y consolidar mejor los resultados obtenidos.

Declaración de aspectos éticos

Los investigadores siempre guardaron los lineamientos éticos en el proceso de investigación. Se tomaron los permisos a los estudiantes, todos mayores de edad, para utilizar los datos de sus respuestas, aunque nunca se citaron sus nombres en los textos obtenidos. Igualmente, sobre las citas textuales y de parafraseo se escribieron las citas de manera rigurosa y se usó el programa antiplagio Turnitin para evitar coincidencias superiores a las permitidas en las revistas indexadas, sin incluir las referencias. Los datos y las fuentes se conservan para posteriores revisiones si fuera necesario.

Contribución de los autores

Néstor Rafael Perico Granados: diseñó la investigación, la ejecutó y contribuyó en el análisis de resultados y la redacción del artículo.

Jenifer Paola Garza-Puentes: contribuyó en la redacción del artículo.

Pedro Mauricio Acosta Castellanos: contribuyó en la redacción del artículo.

Hernando Avella Forero: contribuyó en el análisis de resultados y la redacción del artículo.

Declaración sobre conflictos de interés

Los autores declaramos que no existe conflicto de intereses de alguna naturaleza con instituciones o con personas naturales.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Santo Tomás por el aporte en tiempos de los investigadores para elaborar la investigación y el artículo que de esta se deriva. Igualmente manifiestan que no hay conflicto de intereses de alguna índole y que siempre prevaleció el proceso riguroso en la investigación.

BY-NC-SA

Referencias

Araque-Niño, I., Britto-Aponte, M., Cuellar-Rodríguez, L., & Perico-Granados, N. (2018). Fitorremediación en aguas residuales sin tratamiento previo. Caso: Tierra Negra, Boyacá. *Revista de Tecnología, 17*(1), 37-48. doi:https://doi.org/10.18270/rt.v17i1.2950

Banco Mundial. (20 de septiembre de 2018). *Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos*. Obtenido de Grupo Banco Mundial: https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management

Bautista, M. A. (2020). La configuración de una pedagogía humanista desde una ética de la alteridad hacia la responsabilidad social universitaria. In D. Hurtado, M. Bautista, & R. Bohórquez (Eds.), *Cuestiones de Educación, Pedagogía y Humanismo en el siglo XXI* (pp. 21-42). Ediciones USTA.

Bello-Benavides, L., Latorre, G., & González-Gaudiano, E. (2016). Representaciones Sociales sobre Cambio Climático. Un Acercamiento a sus Procesos de Construcción. *Trayectorias, 18*(43), 73-92. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/607/60746482004.pdf

Bogoya, D. (2003). Monitoreo y seguimiento. In D. Bogoya (Ed.), *Trazas y Miradas, evaluación y competencias* (pp. 177-204). Universidad Nacional de Colombia.

Bruner, J. (2013). *La educación puerta de la cultura.* (F. Díaz, Trad.) Antonio Machado.

Cantú, L., & Roque, M. d. (2014). *Comunicación para ingenieros.* Grupo Editorial Patria.

Capote, G. E., Rizo, N. R., & Bravo, G. (2016). La formación de ingenieros en la actualidad. una explicación necesaria. *Revista Universidad y Sociedad, 8*(1), 21-28. Obtenido de https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/300

Carmona Gallego, D. (2020). Autonomía e interdependencia. La ética del cuidado en la discapacidad. *Revista de Humanidades, 10*(2), e41154. doi:https://doi.org/10.15517/h.v10i2.41154

Dewey, J. (2014). *Naturaleza humana y conducta.* Fondo de Cultura Económica.

Echeverría Samanes, B., & Martínez Clares, P. (2018). Revolución 4.0, Competencias, Educación y Orientación. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria, 12*(2), 4–34. doi:https://doi.org/10.19083/ridu.2018.831

Fernández, F., & Duarte, J. (2013). El aprendizaje basado en problemas como estrategia para el desarrollo de competencias específicas en estudiantes de ingeniería. *Formación universitaria, 6*(5), 29-38. doi:https://doi.org/10.4067/S0718-50062013000500005

Garcia, L., Mercado, C., & Trespalacios, A. (2020). *La experticia en la planeación a través de la estrategia de núcleos temáticos integradores.* [Tesis de maestría, Universidad del Norte]. DSpace Repositorio Institucional Universidad del Norte. Obtenido de https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/7696/130330.pdf?sequence=1&isAllowed=y

García-Puentes, C. D., González-Díaz, L. K., Perico-Granados, N. R., Pérez-Rodríguez, C., & Hernández-Romero, J. G. (2022). Pensamiento crítico y los objetivos de desarrollo sostenible: comunidades y ciudades sostenibles. *Ingenio Magno, 13*(1), 59-79. Obtenido de http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ingeniomagno/article/view/2574

Giordano, R. (2016). *Competencias y perfil del ingeniero Iberoamericano, formación de profesores y desarrollo tecnológico e innovación.* (J. Salazar, Ed.) ASIBEI.

Giraldo, D., & Naranjo, J. (2014). *Liderazgo: desarrollo del concepto, evolución y tendencias.* Universidad del Rosario.

Heinrich Böll Stiftung. (2020). *Atlas del plástico. Datos y cifras sobre el mundo de los polímeros sintéticos.* (K. Schächtele, Ed.) Fundación Heinrich Böll. Obtenido de https://mx.boell.org/sites/default/files/2021-04/WEB_Atlas_plasticos_Mexico_04.pdf

Hernández, S., & Corredor, L. (2016). Reflexiones sobre la importancia económica y ambiental del manejo de residuos en el siglo XXI. *Revista de Tecnología, 15*(1), 57-76. doi:https://doi.org/10.18270/rt.v15i1.2039

Nuñez, S., Ávila, J., & & Olivares, S. (2017). El desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes universitarios por medio del Aprendizaje Basado en Problemas. *Revista Iberoamericana de Educación Superior, 8*(23), 84-103. doi:https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2017.23.249

Orduz-Quijano, M., Sánchez-Suárez, O., Baquero-Rosas, L., Perico-Granados, N., Tuay-Sigua, R., & Blanco-Portela, N. (2021). *La Educación, las Ciencias Sociales y*

BY-NC-SA

la Interculturalidad. Una Mirada desde la formación posdoctoral. Ediciones UTSA. Obtenido de https://repository.usta.edu.co/handle/11634/43596

Pamplona, J., Cuesta, J., & Cano, V. (2019). Estrategias de enseñanza del docente en las áreas básicas: una mirada al aprendizaje escolar. *Revista Eleuthera, 21*, 13-33. doi:https://doi.org/10.17151/eleu.2019.21.2

Perico-Granados, N. R., Galarza, E., Diaz Ochoa, M. L., Arévalo Algarra, H. M., & Perico-Martinez, N. R. (2020b). *Guía práctica de investigación en ingeniería: apoyo a la formación de docentes y estudiantes.* (D. Díaz, Ed.) Corporación Universitaria Minuto de Dios.

Perico-Granados, N. R., Tovar-Torres, C., Reyes, C. A., & Vera, M. C. (2022b). Método de proyectos para construir conocimiento en experticia, comunicación y pensamiento crítico, sobre el ambiente. *PUBLICACIONES, 52*(3), 295–321. doi:https://doi.org/10.30827/publicaciones.v52i3.22275

Perico-Granados, N., Dávila, M., Murcia, K., & Arevalo, H. (2020a). Construcción de competencias humanas en Ingeniería. *Hojas y Hablas*(19), 99-121. Obtenido de https://revistas.unimonserrate.edu.co/hojasyhablas/article/view/169

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. Obtenido de https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2375

Perico-Granados, N., Tovar-Torres, C., Reyes, C., & Perico-Martínez, L. (2022a). La experiencia, la reflexión y la mediación en la construcción de conocimientos. *PUBLICACIONES, 52*(3), 319–335. doi:https://doi.org/10.30827/publicaciones.v52i3.22276

Puerto-Cristancho, M. A., Perico-Granados, N., Bautista-Roa, M., Garza-Puentes, J. P., & Perico-Martinez, N. R. (2023). Los Los Ingenieros Como Sujetos Para Promover Cambios. *Ingenio Magno, 14*(1), 53-63. Obtenido de http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ingeniomagno/article/view/2713

Rodríguez-Mesa, F., Kolmos, A., & Guerra, A. (2017). *Aprendizaje basado en problemas en ingeniería: Teoría y práctica.* Aalborg Universitetsforlag.

Romero Gómez, A. (2020). Aprendizaje basado en problemas, sobre ambiente virtual de aprendizaje, un modelo de enseñanza y aprendizaje en la Universidad Santo Tomás-VUAD. *CITAS, 6*(1), 1-9. doi:https://doi.org/10.15332/24224529.6358

Ruiz, G. (2013). La teoría de la experiencia de John Dewey: significación histórica y vigencia en el debate teórico contemporáneo. *Foro de Educación, 11*(15), 103-124. Obtenido de https://forodeeducacion.com/ojs/index.php/fde/article/view/284

Segura, Á., Rojas, L., & Pulido, Y. (2020). Referentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos. *Revista Espacios, 41*(17). Obtenido de https://www.revistaespacios.com/a20v41n17/20411722.html

Tuay-Sigua, R. N., Porras Contreras, Y. A., & Pérez Mesa, M. R. (2021). PENSAMIENTO CRÍTICO EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE CIENCIAS. *Tecné, Episteme Y Didaxis: TED*(Número Extraordinario), 140–146. Obtenido de https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/15072