

FORMACIÓN DE DOCENTES Y TRANSFORMACIONES DESDE LA INGENIERÍA

Néstor Rafael Perico Granados
Carolina Tovar Torres
Carlos Andrés Reyes Rodríguez
Camilo Andrés Perico Martínez



Presidente del Consejo de Fundadores

P. Diego Jaramillo Cuartas, cjm

**Rector General Corporación Universitaria
Minuto de Dios – UNIMINUTO**

P. Harold Castilla Devoz, cjm

Vicerrectora General Académica

Stéphanie Lavaux

Director General de Investigación

Tomás Durán Becerra

Rector Cundinamarca

Jairo Enrique Cortes Barrera

Vicerrectora Académica Cundinamarca

Luz Nelly Romero Agudelo

Director de Investigación Cundinamarca

Juan Gabriel Castañeda Polanco

Director Centro Regional Zipaquirá

Jhensus Elías Carvajal Gómez

Subdirectora Centro Editorial

Rocío del Pilar Montoya Chacón

Coordinadora de publicaciones Cundinamarca

Diana Carolina Díaz Barbosa

Formación de docentes y transformaciones desde la ingeniería / Néstor Rafael Perico Granados, Carolina Tovar Torres, Carlos Andrés Reyes Rodríguez...[y otro más]. Bogotá: Corporación Universitaria Minuto de Dios. UNIMINUTO, 2021.

ISBN: 978-958-763-456-3
185p.

1. Formación profesional de maestros -- Estudio de casos 2. Prácticas de la enseñanza -- Estudio de casos 3. Capacitación docente -- Investigaciones 4. Aprendizaje -- Metodología 5. Maestros -- Aspectos sociales 6. Conservación del medio ambiente -- Enseñanza
i. Tovar Torres, Carolina ii. Reyes Rodríguez, Carlos Andrés.

CDD: 370.711 F67f1 BRGH Registro Catálogo UNIMINUTO No. 100599
Archivo descargable en MARC a través del link: <https://tinyurl.com/bib100599>

FORMACIÓN DE DOCENTES Y TRANSFORMACIONES DESDE LA INGENIERÍA



Autores	• ISBN: 978-958-763-456-3
Néstor Rafael Perico-Granados	•
Carolina Tovar-Torres	•
Carlos Andrés Reyes-Rodríguez	• Publicación digital
Camilo Andrés Perico-Martínez	• Primera edición: 2021
	•
Coordinación Editorial	•
Diana Carolina Díaz Barbosa	• ©Corporación Universitaria Minuto
	• de Dios- UNIMINUTO
	•
Corrector de estilo	• Calle 81B No. 72B-70
Karen Grisales Velosa	• Teléfono +57(1) 291 6520 Ext. 6012
	• Bogotá, D.C.- Colombia
Diseño y diagramación	•
Sandra Milena Rodríguez Ríos	•

Los autores expresan su agradecimiento a la Universidad Santo Tomás de Tunja y la Corporación Universitaria Minuto de Dios- UNIMINUTO por el apoyo en la investigación, así mismo, manifiestan que no compromete la investigación de ninguna de las instituciones.

Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO. Todos los capítulos publicados en este libro son seleccionados por el Comité Editorial de acuerdo con criterios establecidos. Están protegidos por el Registro de Propiedad Intelectual. Los conceptos expresados en los capítulos competen a sus autores, son su responsabilidad y no comprometen la opinión de UNIMINUTO. Se autoriza su reproducción parcial en cualquier medio, incluido electrónico, con la condición de ser citada clara y completamente la fuente, siempre y cuando las copias no sean usadas para fines comerciales.

Contenido

Autores	9
Prológo	11
Introducción	13
Capítulo 1. Unos aspectos de la formación de los docentes de ingeniería	17
Fundamentos educativos iniciales	19
Antecedentes y delimitación	19
Formación de docentes de ingeniería civil	20
La formación disciplinar	21
La formación pedagógica y didáctica	23
Unos propósitos preliminares	26
Ruta que se siguió	27
Procedimiento específico	29
Capítulo 2. Elementos teóricos que orientaron el proceso	31
Aproximación al concepto de formación	31
Elementos básicos del concepto de formación profesional	35
Aspectos esenciales del concepto de formación en pedagogía	37

Elementos esenciales del concepto de currículo	41
La profesión de ingeniería civil	52
Método de proyectos	54
Introducción	54
Método de aprendizaje por problemas orientado por proyectos, ABP-OP	57
Principios que orientan el proceso ABP-OP	84
La problematización es la excusa para aprender	86
El proceso de aprendizaje orientado por los participantes	92
El aprendizaje basado en la experiencia	92
El aprendizaje basado en una actividad	93
Contribución de la interdisciplinariedad	94
Construcción con la ejemplaridad	95
Estrecha relación entre teoría y práctica	96
Construcción del conocimiento con base en la interacción y el trabajo en equipo	97
El aprendizaje ocurre como un proceso social	99
La importancia de la reflexión en la construcción permanente del conocimiento	101
Capítulo 3. Análisis y principales aspectos para aplicar	107
Introducción	107
Desarrollo teórico-práctico del plan de estudios	108
Unos antecedentes	108
Experiencias del método de proyectos, en los años 2014, 2015, 2016 y 2017	110
Construcción de los conocimientos a partir del método de proyectos	111
Trato interpersonal y motivación	114
Evaluaciones en el método por proyectos	116
Deserción escolar y mortalidad académica	119
Forma de desarrollo del proyecto	121

Proyectos durante el desarrollo del programa	123
Planeación para cumplir objetivos	124
Formación en pedagogía y en didáctica	126
Conocimiento de la teoría sobre proyectos para llevarla a la práctica	128
La enseñanza y el aprendizaje con el método de proyectos y evaluación con el tradicional	130
Adecuada relación entre teoría y práctica	132
Importancia de la apropiada descripción del problema	134
Aprendizaje con base en la experiencia de los actores	138
El aprendizaje se da dentro de un proceso social	140
Creación de ambientes de aprendizaje	142
Dificultades en el método para la construcción del conocimiento	145
Formación profesional	147
Cercanía entre la teoría y la interacción profesional	147
Capacidades de decisión y autonomía	150
Mayor nivel de experticia	152
Mayor fluidez, identificación y resolución de problemas y alta colaboración	154
Mejores competencias profesionales	156
Límites de la efectividad y utilidad del método tradicional para la formación profesional	159
Aprendizaje con base en actividades	161
Contribución a la interdisciplinariedad	163
Otras bondades del método por proyectos	165
Epílogo	167
Propuesta de formación de docentes de ingeniería civil, orientada al método de proyectos	172
Referencias	177

Autores

Néstor Rafael Perico-Granados

Ingeniero civil, especialista en Derecho público, magister en Educación y Doctor en Ciencias de la Educación. Cuenta con una larga experiencia en construcción de obras, en administración y en docencia. Ha orientado cátedras y seminarios en pregrados, especializaciones, maestrías y doctorado en diferentes centros universitarios. Ha sido ponente y conferencista en eventos nacionales e internacionales. Es autor de varios artículos y libros sobre pedagogía, educación, ingeniería y sostenibilidad ambiental.

Carolina Tovar-Torres

Licenciada en Ciencias de la Educación-Ciencias Sociales de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia; Magíster en Historia; Magíster en Investigación en Gestión: Candidata a Doctora en Administración en la línea de investigación Historia Económica y de las Instituciones de la Universidad Pablo de Olavide (Sevilla-España). Líder del Grupo de Investigación Universidad, Empresa e Innovación (Categoría C). Ha desempeñado cargos de docencia, investigación y

administración, actualmente ejerce como Directora de Desarrollo Académico en la Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO. Ha sido ponente y conferencista en eventos nacionales e internacionales, autora de varios artículos producto de investigaciones.

Carlos Andrés Reyes Rodríguez

Ingeniero civil egresado de la Universidad Santo Tomás, seccional Tunja, especialista en comportamiento y conservación del Recurso Hídrico. Cuenta con 13 años de experiencia profesional de los cuales, 12 años ha trabajado en instituciones de educación superior, como docente universitario y con funciones administrativas. En la parte profesional ha trabajado como consultor independiente en el área de recursos hídricos y construcción. Se ha desempeñado como Residente de obra, director de obra, supervisor técnico e interventor.

Camilo Andrés Perico Martínez

Ingeniero civil e ingeniero industrial, especialista en diseño de vías. Cuenta con varios años de experiencia en construcción de vías y en obras de ingeniería, como residente y director de obras. Ha sido docente universitario e investigador. Ha sido ponente en eventos nacionales e internacionales y es autor de libros y de artículos producto de investigación.

Prológo

Una de las grandes necesidades de nuestra sociedad es formar capital humano para soportar el desarrollo de soluciones a los grandes retos y desafíos que se establecen en nuestro país, y que con los retos inherentes al proceso de paz, al cuidado del medio ambiente y al posicionamiento de la ingeniería que requiere Colombia a nivel regional, la universidad como actor formador e identificador de necesidades, a través de los autores de esta obra se presenta una ruta de formación integral de docentes de ingeniería, que conjuga la formación disciplinar con la pedagogía y la didáctica, aspectos que se condensan en la enseñanza de la ingeniería a través del aprendizaje por problemas orientado por proyectos, estableciendo principios orientadores que reflejan la estrecha relación de la teoría interdisciplinar y la práctica, que a nivel académico se logra relacionar a través del currículo y los planes de estudio, siempre bajo un ambiente propicio de aprendizaje.

Esto me lleva a recordar que como ingeniero electrónico tuve una formación de corte tradicional, con dinámicas de enseñanza aplicadas básicamente a adquirir conocimiento, considero que el ejercicio de formación se pudo llevar a mejor término utilizando una metodología y didáctica que no dejara apartado el conocimiento adquirido con su aplicación en el

mundo real, ya que aplicar conceptos abstractos de la ingeniería a la vida práctica siempre fue un reto complejo, es así que, considero un gran acierto por parte de los autores el interés de realizar investigaciones apartadas de las investigaciones netamente disciplinares, que se constituyen en estudios para mejorar las prácticas pedagógicas aplicadas a la enseñanza de la ingeniería, en especial la enseñanza de la ingeniería civil, como aporte estructural a la enseñanza de la ingeniería en los centros de educación superior del país.

Este estudio presenta una propuesta puntual de formación docente orientada al método por proyectos aplicado a la enseñanza de la profesión en la ingeniería civil; donde los autores realizan especialmente este estudio bajo diferentes niveles prácticos que permiten lograr la identificación de aspectos clave en el proceso de enseñanza de la profesión, cuya praxis y objetivo es vincular al futuro ingeniero a procesos vivenciales y prácticos que fomentan una pre - inmersión al mundo laboral, es así que se logra extrapolar dichos aspectos a las diferentes prácticas académicas, ya sean a nivel pedagógico, didáctico y curricular, este último a través de los planes de estudio y su aplicación teórica práctica, es decir, se enlaza la ruta de adquisición de conocimientos con la ruta de aplicación práctica de los mismos, lo que asegura su aplicación en paralelo, lo que permite la evaluación continua, en pro de la obtención de los resultados de aprendizajes propuestos y el desarrollo las competencias que requiere el mercado laboral en Colombia.

Ing. Jorge Eliécer Cárdenas Vargas

Introducción

Con base en las evidencias que se observan en la tercera década del siglo XXI sobre el cambio climático y el calentamiento global, los docentes de todas las profesiones tienen la obligación de reflexionar sobre estos aspectos con sus estudiantes y promover los cambios necesarios para revertir las consecuencias. En este sentido, para Araque-Niño *et al.* (2020), cada vez el agua dulce es más escasa y la población sigue aumentando, aspecto que agrava aún más este problema. La producción de bienes es mayor con el curso del tiempo y la generación de residuos se incrementa a una tasa todavía más creciente. Sumado a ello, las inequidades sociales, políticas y culturales se hacen mayores. Según Santos (2011), dos personas hoy tienen tanto dinero como los cuarenta y dos países más pobres del planeta, que suman cerca de cuatrocientos veinte millones de habitantes. Entonces, es el momento oportuno de hacer los virajes indispensables para construir un mundo mejor para las presentes y para las futuras generaciones, a partir del trabajo académico.

Como consecuencia, si se circunscribe al problema ambiental, los maestros debemos construir conocimiento con los estudiantes, sobre las formas para fomentar el consumo racional de bienes y servicios y a la vez incentivar los procesos de reciclar y reutilizar los elementos que son susceptibles de este

proceso. Merece especial atención la obligación docente para reforestar los espacios apropiados, con el propósito de incrementar el ciclo vital del agua, para generar mayor retención de carbono y producción de oxígeno, con la captura del gas carbónico que producen los vehículos y las industrias y a la vez formar en competencias humanas (Perico-Granados *et al.*, 2020c). Al respecto, esta formación incluye el fortalecimiento de principios y de valores para promover la responsabilidad del productor, en todos los niveles, para hacernos cargo de los elementos que generamos y de los desechos que producimos.

En el aspecto social, los profesores tienen los escenarios y los ambientes de aprendizaje apropiados para fomentar los procesos democráticos, para que las nuevas generaciones actúen con mayor responsabilidad que las presentes, frente a aspectos como la corrupción y a las inequidades que en muchas ocasiones son responsabilidad por omisión, de quienes estamos en la academia (Zemelman, 2015). Entonces, estos elementos incluyen la formación integral, para que además de aprender a ser, a hacer, a conocer, también aprendamos a convivir.

De esta manera, en una institución de educación superior en Colombia, desde el año 2006 se trabaja en la formación de sus profesionales y en la formación de docentes de la Facultad de Ingeniería Civil, dado el interés de ayudar a construir el conocimiento de una forma más efectiva y para que los estudiantes puedan tener posturas más críticas de la realidad circundante. Se han aplicado diferentes didácticas, con varios grupos de docentes, se ha promovido la cualificación de ellos y se han producido varias publicaciones en el mismo sentido. Así surgió la iniciativa de profundizar en el método de proyectos para intentar ofrecer respuesta a unos de los anteriores aspectos. El proceso se ha aplicado en varios espacios académicos con éxito en sus resultados.

Sobre esta materia se necesita superar lo expuesto por varios autores. Según Zambrano (2002), los docentes en educación superior tienen poca claridad de las razones por las que ellos enseñan y para qué enseñan:

sin una perspectiva de la pedagogía y de la didáctica. Igualmente, Vargas (2009) precisa que en su mayoría aplican muy pocas didácticas en su trabajo docente, apenas si abordan otros modelos pedagógicos diferentes del tradicional y su labor a veces se limita a la transmisión de conocimientos de la profesión. En este sentido, se hizo un primer diagnóstico en el año 2006 y se han observado avances significativos con los proyectos hasta 2018, cuando se hizo la revisión de ellos, en investigación acción educativa, con el método descrito.

Esta investigación tuvo como objetivo observar los procesos de formación pedagógica y didáctica para los docentes, con base en estudios en el aula, a partir del diagnóstico que muestran los profesores vinculados a la educación en ingeniería civil. Igualmente, la metodología incluyó la aplicación de entrevistas sobre la formación docente que muestran los maestros de esta profesión. Se elaboró la revisión bibliográfica de los planes de estudio, las prácticas docentes, la investigación y la formación docente.

De la misma manera, se establecieron los avances de los profesores del programa de Ingeniería Civil en su desempeño, a través de procesos de observación y participación, mediante estrategias de discusión y análisis sobre la formación profesional, expuestos por estudiantes y monitores. Estos aspectos incluyen la formación disciplinar, pedagógica, didáctica y en competencias humanas. Finalmente, se elaboró una propuesta para la formación profesional integral, pedagógica y didáctica de los docentes de esta carrera, a partir de su selección, evaluación y seguimiento, para continuar por la senda de las transformaciones. No se ponen las identificaciones de quienes intervinieron como nombres de los monitores, docentes y estudiantes, entre otros aspectos, en obediencia a la norma colombiana sobre reserva de datos.

En el texto se observa, y es una conclusión, que con el método se genera más protagonismo a los estudiantes, aspecto que promueve la autonomía, el liderazgo, más trabajo en equipo, mayor construcción de conocimientos y más seguridad en la comunicación. Sin embargo, se

requiere la coordinación y orientación del docente para evitar desvíos en los procesos, mantener la motivación, promover el aprendizaje permanente y llevar a cabo las exposiciones estrictamente indispensables para resolver las dudas que puedan tener la mayoría de los grupos. Es un texto que se espera que promueva la reflexión de docentes y estudiantes colombianos y latinoamericanos para construir un mundo mejor, en donde puedan vivir y convivir estas y las futuras generaciones.

Finalmente, el lector encontrará en el capítulo primero unos aspectos de la formación docente, con unos antecedentes, propuestas de ambientes de aprendizaje, la formación actual en los aspectos disciplinar, en pedagogía y en didáctica. En el capítulo dos se desarrollan los principales elementos teóricos que orientan el proceso, especialmente en la formación profesional, en la formación pedagógica y en el currículo, con una línea del tiempo como evolución del concepto. Se profundiza, como aspecto relevante, en los principios del método de proyectos. En el capítulo tres se analizan los objetivos que se proponen a maestros y a discentes como desarrollo teórico-práctico del plan de estudios, los proyectos ejecutados, los principales aspectos encontrados para compartir con profesores y estudiantes, a la luz de varios autores. Como último apartado, se encuentran las conclusiones en el epílogo, una propuesta para la formación de maestros, aspectos que se proponen para el análisis y el debate académico.

Capítulo 1.

Unos aspectos de la formación de los docentes de ingeniería

Se observó el proceso en una institución de educación superior, en la Facultad de Ingeniería Civil, mediante una metodología de investigación acción educativa, para establecer el compromiso con la formación profesional, que involucra lo disciplinar, la responsabilidad con el ambiente, además de los elementos de la pedagogía y la didáctica, necesarios en la praxis docente¹. Igualmente, se sigue explorando en otras universidades, que tienen programas de Ingeniería Civil para establecer comparaciones de avances en las diferentes variables.

El programa de Ingeniería Civil inició en esta universidad en febrero de 1999 con 32 estudiantes, un profesor de tiempo completo y el apoyo de los docentes de ciencias básicas, humanidades e idiomas. Su ascenso en número de estudiantes y de docentes ha crecido de forma sostenida.

¹ El proceso formal se comenzó en enero de 2011 con un total de sesenta meses de labor investigativa y ha contado con la colaboración de ocho docentes.

En 2016 contó con 33 docentes de tiempo completo y medio tiempo, más el apoyo de las áreas de ciencias básicas, humanidades e idiomas. En total tenía 954 estudiantes de pregrado y 173 de especializaciones y maestrías, para un total de 1.127 estudiantes en ese año. Fue acreditado por cuatro años y luego reacreditado por otro periodo igual.

Con base en investigaciones anteriores, sobre la formación de los ingenieros civiles y de los docentes de esta profesión, se han encontrado aspectos importantes positivos, como la buena formación profesional en la parte disciplinar. Sin embargo, para Perico-Granados (2010), también se ha encontrado que existe baja participación por su parte en la acción social y política del país y su formación en pensamiento crítico es menor. Igualmente, no se observa preocupación por los aspectos de la conservación del medio ambiente ni la investigación científica y la asistencia activa en los procesos de mejoramiento docente es mínima. Sin embargo, para Londoño (1992) las ciencias, se deben ver como las que contribuyen de manera decidida en la educación y ayudan a una mejor calidad de vida. En este sentido, es necesario observar el aporte de las ciencias, las cuales tienen una función social en los problemas educativos, tecnológicos, ecológicos y sociopolíticos. Son aspectos que requieren reflexión de parte de los docentes en general.

Se propuso apoyar el desarrollo del proyecto educativo del programa de Ingeniería Civil, y se justificó su ejecución porque permite observar los procesos que se están llevando a cabo y se pueden sistematizar en la formación de los fundamentos pedagógicos, didácticos y en la responsabilidad con el medio ambiente de docentes y de estudiantes. Así mismo, se observaron los avances en estos temas, con base en las acciones educativas en el centro universitario. Es muy útil para los docentes y para los nuevos profesionales de la ingeniería civil porque se promueve el cambio de la formación pedagógica en los profesores a partir de observaciones y entrevistas, mediadas por diferentes dispositivos como lecturas, conversatorios, sistematización de experiencias, proyectos, videos y bases de datos, entre otros. A partir de la organización de la información, con el respectivo seguimiento, mediante los instrumentos señalados, se ven avances significativos en los aspectos descritos.

Al Proyecto Educativo de la Facultad de Ingeniería Civil (PEF) contribuye de manera importante porque está en armonía con lo expresado en la misión, el perfil del ingeniero, los objetivos, los fundamentos filosóficos, epistemológicos, pedagógicos, el desarrollo de competencias y didácticas propuestas para el mejoramiento en la calidad de la docencia y para formar profesionales íntegros y responsables con el medio ambiente (Universidad Santo Tomás [USTA], 2012). Así mismo, se vincula con el desarrollo de las metas del programa, en cuanto a la actividad docente y sus prácticas pedagógicas y didácticas. Adicionalmente, se puede asegurar que con los procesos de investigación acción educativa se fortalecen todas las líneas de investigación, establecidas en el PEF, pero específicamente por los temas que se trabajaron en la línea de educación, pedagogía y didáctica en ingeniería civil.

Fundamentos educativos iniciales

Antecedentes y delimitación

Con base en proyectos de investigación en los años 2008 y 2009, sobre los modelos pedagógicos aplicados y las didácticas utilizadas, en el programa, se elaboró un proyecto de investigación acción educativa, con fundamento en la teoría de John Elliot (2005), para promover las transformaciones en los procesos educativos y en las personas involucradas. Se hicieron las entrevistas de exploración a docentes, estudiantes y egresados con base en el proyecto y se comenzaron a aplicar didácticas como la mesa redonda, la individualización, la potenciación y el sentido del trabajo. Se hizo la reflexión y la evaluación sobre estas prácticas y se produjeron varios textos (Perico-Granados, 2012). El proceso se repitió en dos ocasiones para observar la diferencia entre lo que realmente se quiere lograr (profesores muy bien formados en pedagogía y didáctica entregados a su profesión docente) y lo que realmente se está haciendo. Con el último diagnóstico se reformuló el problema que se describe.

Es necesario evaluar la pertinencia de la educación superior frente a las necesidades de desarrollo del país y de la misma manera, se necesita que se promueva la educación con un desarrollo sostenible (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 2016b; Araque-Niño *et al.*, 2020). En los concursos para los docentes de ingeniería, tanto en universidades públicas como privadas, se da una alta importancia a la especialización, maestría y doctorado en la parte disciplinar y poco se tiene en cuenta la formación en los mismos ciclos en la educación, pedagogía y didáctica (Perico-Granados, 2010). Sin embargo, la formación docente y la formación integral juegan un papel esencial en la buena preparación de los estudiantes, tan importante como la misma formación disciplinar.

Formación de docentes de ingeniería civil

Con base en lo encontrado en la Facultad de Ingeniería Civil, especialmente en los primeros años de la construcción del programa, los docentes fueron en muchos casos profesionales que tenían un buen desempeño en sus actividades de ingeniería y en sus ratos libres ofrecían cátedras en la universidad. En 2014 se comenzó a vincular a más profesores de medio tiempo y tiempo completo, con poca formación pedagógica y didáctica, distinta de la adquirida con la práctica. De los treinta y seis docentes en el año 2016-2, tan solo uno tiene especialización en docencia universitaria, con base en la caracterización del cuerpo de profesores.

Según Vargas (2009), los profesores no tienen muchas variantes didácticas que permitan mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje². Cuando la universidad ofrece cursos de educación, pedagogía y de didáctica no le dan importancia y asisten solamente cuando los cursos son obligatorios, pero firman la asistencia y dejan el curso a mitad de camino. En sus cátedras los ingenieros civiles privilegian la exposición y los talleres

² Estos indicadores fueron confirmados en las entrevistas de exploración llevadas a cabo con tres docentes, tres egresados y tres estudiantes en enero de 2011.

(Perico-Granados, 2017). Para Perico-Granados *et al.* (2017a), hace falta formación en principios y en valores en los ingenieros para evitar la corrupción que lamentablemente no disminuye en el país. Al respecto, existe una buena formación en las áreas de Ciencias Básicas, Básicas de Ingeniería y en la de Formación Disciplinar, pero se encuentran casos en los cuales se nota que falta mayor incidencia y rigurosidad en la fundamentación como ingenieros para evitar al máximo accidentes o percances por una ineficiente preparación.

De la misma manera, Vargas (2009) encontró que hay muy pocas didácticas para mejorar los procesos de aprendizaje; se realizan evaluaciones en forma autoritaria y con mínima retroalimentación y los profesores creen poco en las potencialidades de los estudiantes. En este sentido, en las evaluaciones institucionales a los docentes, que se efectúan cada semestre, y en las entrevistas de exploración, se observa que en los aspectos pedagógicos y didácticos los profesores de ingeniería civil adolecen de fallas que es necesario abordar para solucionar.

La formación disciplinar

A finales del siglo XIX, en Colombia se comenzaron a trazar los primeros caminos y quienes los hicieron fueron los militares, para sus propias operaciones. Según Poveda (2013) y Corchuelo (2006), entre los años 1870 y 1890, llegaron ingenieros civiles de diferentes países a trabajar en obras de ingeniería y, con ello, motivaron a jóvenes colombianos a estudiar en esos países. Igualmente, Poveda (2013) expresa que en el año 1887 “abrió sus puertas la Escuela de Minas de Medellín” (p. 25), y, según Corchuelo (2006), apareció el término de ingeniero civil para diferenciarlo del militar, como lo plantea Petrovsky (citado por Corchuelo, 2006). En este sentido, por la misma época se dio inicio formal a las facultades de Ingeniería Civil y desde sus comienzos los docentes han sido ingenieros, especialmente civiles, quienes se dedican a sus actividades profesionales y durante unas horas dictan algunas cátedras. Muy contados son los casos en que se han vuelto profesionales de la docencia.

De otro lado, se observa que a partir de la promulgación de la Ley 30 de 1992, “por la cual se organiza el servicio público de la Educación Superior”, se ampliaron los cupos, especialmente en las universidades privadas, se abrieron nuevas facultades y los docentes de la profesión seguían con el mismo perfil. En el caso de las facultades de ingeniería en Argentina, Mollis (2001) explica que se puede extrapolar a toda América Latina, el proceso de formación en ingeniería se hace con personas que no adquieren suficiente calidad humanista y se piensa que basta solamente con que tengan capacidades de raciocinio disciplinar y cumplan sus compromisos profesionales. Lamentablemente, en la tercera década del siglo XXI el proceso no ha cambiado mucho.

Como un problema puntual, en Ciudad de México, que tiene cerca de treinta millones de habitantes, se han encontrado problemas graves de suministro de agua potable, tanto de escorrentía como subterránea, acumulación de más de treinta mil toneladas de residuos sólidos al día, generación de ríos de aguas residuales sin tratar y una altísima contaminación ambiental que produce lluvia ácida con relativa frecuencia³. Son problemas que se pueden solucionar con obras de mitigación y se hacen de manera reactiva para encontrar paliativos transitorios. Sin embargo, no se están tomando acciones proactivas y que se anticipen a la gestación y presentación de los problemas.

En un sentido parecido, se ha encontrado que la formación disciplinar en Boyacá tiene un buen nivel y que permite afirmar que las obras en general quedan bien construidas. En las indagaciones hechas se ha encontrado que este tipo de formación, en general, es efectiva. Al respecto, existe en las universidades una formación que privilegia lo disciplinar en la profesión, que permite exponer con seguridad que se dispone de buenos medios para obtener los fines que se han querido hasta el momento y que los ingenieros cumplen con sus compromisos de diseño, construcción e interventoría.

³ Estos aspectos se pudieron observar en la pasantía internacional doctoral en noviembre de 2010, descrita en el informe presentado a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Sin embargo, para Perico-Granados y Arévalo-Algarra (2019), hay evidencias que demuestran que existen pavimentaciones que se planean para una vida útil de veinte a treinta años y antes de cinco están destruidas; edificaciones que han presentado fallas importantes, antes de diez años de estar en servicio; alcantarillados que son insuficientes, cuando reciben los caudales de las primeras lluvias. Estos datos los corroboran los procesos fiscales que se adelantan en la Contraloría General de la República y en el Consejo Profesional de Ingeniería (Copia). De otro lado, para Ruiz *et al.* (2006), es diferente cuando se hacen proyectos en equipo, con fundamentos prácticos y para ser debatidos en público, cuyo nivel de recordación es alto. Entonces, ¿en qué se está fallando en la formación profesional? ¿Es posible que sea por la forma de enseñar la ingeniería, en donde se privilegia la memorización de contenidos, cuyo nivel de recordación y compromiso es bajo?

La formación pedagógica y didáctica

Independientemente de las decisiones políticas, los ingenieros como secretarios de planeación, de obras y sus equipos, en los últimos veinte años habían podido actuar en forma proactiva y plantear acciones concretas para “sembrar” el petróleo que se ha extraído de Arauca, Casanare, Magdalena Medio, Bolívar, para nombrar solo algunos de ellos. En esta institución, cerca del 20 % de las matrículas provienen de esas regiones, por lo cual es esencial discutir en los procesos formativos aspectos relevantes como estos. Sin embargo, lo encontrado hasta el momento en las entrevistas a los docentes de Ingeniería, ellos no consideran que esto hace parte de su labor formativa. ¿Hace falta mayor fundamentación pedagógica y didáctica a los maestros para esta profesión?

Para Dewey (2004), el maestro debe tener conocimientos de psicología e historia de la educación y de métodos útiles para enseñar mejor, porque debe advertir e interpretar lo que los estudiantes hacen y dicen y debe prestar ayuda con los conocimientos, que otros han encontrado útiles. En este sentido, el profesor debe ser un líder en y fuera del aula, trabajar el tema con

frescura, interés y conocimiento y debe preguntarse antes lo que aportará el tema a los estudiantes con su experiencia y conocimientos previos, las relaciones que se pueden establecer, la manera en que se pueda disparar un dispositivo que los movilice y la forma en que cada uno pueda aportar. Así se pueden promover la elaboración de diferentes clases de ensayos de laboratorio y escritos que fundamenten sus conocimientos.

Al respecto, en el transcurso de esta investigación se encontró que de los 32 docentes que trabajaron en la Facultad de Ingeniería Civil, durante 2013, sin contar los profesores que prestaron sus servicios de Ciencias Básicas, Humanidades e Idiomas, quienes suman otro tanto, tan solo dos han estudiado cursos de especialización o maestría en Educación o en Pedagogía. Muchos, de los otros docentes se han ocupado en estudiar especializaciones, maestrías o doctorados en Hidráulica, Hidrología, Geotecnia Vial y Pavimentos, Saneamiento Básico y Estructuras.

Igualmente, para Perico-Granados (2010), es muy posible que por la poca importancia que los profesionales de la ingeniería otorgan a la pedagogía, a la didáctica y a la investigación, no se preocupen por estudiarlas. De manera adicional, como el profesor en ingeniería civil, no se siente profesional de la docencia, entonces poco investiga para formar su conocimiento de manera sistemática, por lo cual, poco enseña estos procesos en la teoría y con el ejemplo. Al respecto, la investigación es una de las maneras de permanente construcción del conocimiento y que permite recordar por mucho tiempo.

Es importante señalar que, revisando los archivos de la formación continuada en este centro educativo, se encontró que el número de docentes de Ingeniería Civil que se inscriben a los cuatro o cinco cursos anuales, diplomados, seminarios y congresos en pedagogía y didáctica es muy poco, casi nunca pasan de uno o dos, y a veces lo hacen porque se sienten presionados para ello. A partir de este proyecto, en el último curso de didácticas para la educación superior, en 2013, se inscribieron cuatro docentes, que estuvieron en este proceso de investigación, y asistieron con regularidad y compromiso.

En el mismo sentido, el número de artículos escritos en esta temática por los docentes, al año se promedia en dos, lo mismo que el número de ponencias en congresos y eventos nacionales e internacionales. Para Vargas (2009), los profesores de ingeniería civil son profesionales, normalmente de la misma línea disciplinar, quienes no han tenido una formación pedagógica, por lo cual solo enseñan los contenidos, con las mismas herramientas didácticas por ellos aprendidas, como la exposición, los talleres y los ensayos. Entonces, de esta manera, siguen reproduciendo el modelo pedagógico tradicional.

Así mismo, se ha encontrado que muchos docentes de ingeniería con relativa frecuencia asumen una postura autoritaria durante las clases, que se incrementa en los momentos de la calificación, la cual ven como algo puntual y no como proceso continuo de evaluación. Para Perico-Granados (2017), esta tampoco se utiliza como elemento central de retroalimentación y estrategia de enseñanza. Se dejan de lado procesos didácticos que son útiles y los docentes tienen el concepto de que los estudiantes son perezosos, que siguen la línea del menor esfuerzo, que copian los trabajos y que poco se les puede creer. De igual manera, la deserción estudiantil y la mortalidad académica en este programa es alta, con un porcentaje entre el 45 % y el 48 % y en otras universidades el promedio está cerca del 42 %. Es posible que la falta de formación pedagógica y didáctica en los docentes, los haga actuar sin observar el gran potencial que los estudiantes tienen y esto contribuye a la deserción.

De otro lado, Freire y Faundez (2018) han encontrado que es alto el porcentaje de docentes que no ven la necesidad de involucrar en sus vidas los procesos que puedan encender en el aprendiz una curiosidad creciente, que pueda tornarlo más y más creador. Es factible que estas tendencias se estén produciendo porque los docentes actúan de manera similar, es decir, que no se preocupan por una formación continuada con ellos mismos, especialmente en los campos pedagógicos y didácticos. Si adicionalmente en el proyecto de vida no está el propósito de enseñar, entonces no se preparan para ser docentes.

Los problemas son pedagógicos y didácticos, y atañen a la calidad de la formación, en los cuales la universidad tiene capacidad de acción en un alto porcentaje, enseñando otras destrezas, competencias y actitudes que permitan utilizar adecuadamente todos los recursos con los cuales se cuenta en América Latina, a partir de una excelente formación en pedagogía. Entonces, se precisan aspectos que se abordan en las reflexiones que se ilustran en el contenido del presente escrito. Se va a establecer la formación profesional, especialmente la que se refiere a la parte disciplinar, con énfasis en la formación en pedagogía y en didácticas.

Con base en las deficiencias observadas en la formación profesional en lo disciplinar y en pedagogía y didáctica, se requiere de una formación con las competencias que exige el mundo contemporáneo, con las responsabilidades disciplinares, científicas, sociales, para que asuma el papel de un verdadero líder en el proceso formativo. Adicionalmente, la proliferación de programas de formación profesional no ha permitido disponer de talento humano docente suficientemente calificado, en lo profesional y en lo pedagógico para atender los requerimientos de la formación de los ingenieros civiles. Esto se profundiza y se agrava en los casos de las universidades regionales porque hay menos movilidad, como es el caso de los departamentos de Boyacá y Cundinamarca. Entonces, se pregunta: ¿cómo formar docentes para la enseñanza de la ingeniería civil con muy buenas capacidades en ese rol, en la formación profesional y disciplinar y con buenas capacidades pedagógicas y didácticas?

Unos propósitos preliminares

Se propusieron procesos de formación pedagógica y didáctica para los docentes, con base en estudios en el aula y el método de proyectos a partir del diagnóstico que surge del estudio y sugerencias de los profesores vinculados a la educación de la ingeniería civil. Igualmente, se hicieron análisis a través de entrevistas sobre la formación docente en los profesores vinculados a este programa. Se efectuó la revisión bibliográfica del Proyecto

Educativo Institucional (PEI), planes de estudio, prácticas docentes, investigación y formación docente, de ingeniería civil de una institución de educación superior.

De la misma manera, se establecieron los avances que manifestaron los profesores 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. Finalmente, se elaboró una propuesta para la formación profesional integral, pedagógica y didáctica de los docentes de ingeniería civil, a partir de su selección, evaluación y seguimiento.

Ruta que se siguió

Para Elliot (2005), con la investigación acción participativa en educación, se pretende la transformación de los sujetos y producir cambios en los procesos educativos para mejorar los programas. Al detectar las fortalezas y las debilidades de los proyectos se puede ir evaluado si los cambios son significativos y producen mejoramientos. Según Covey (2013), estos procedimientos pueden generar actividades de reflexión, apropiación y nuevas acciones que promueven progresos en una espiral ascendente. Para Schön (2003), se profundizan las actividades de formación reflexiva, tanto en el aula como en los procesos grupales, lo cual permite desarrollar cambios importantes en los docentes y en los estudiantes. Al respecto, el método de proyectos se ha utilizado de forma frecuente en la transformación de la práctica pedagógica de los maestros, con buenos resultados.

Igualmente, para Elliot (2005), la investigación acción educativa es una importante opción que se emplea cuando se quiere averiguar cómo aprenden los estudiantes o por qué no aprenden, y se desarrollan acciones que permiten aplicaciones en diversos aspectos. De la misma manera, Satyananda (2008) expresa que es mejor un gramo de acción que mil toneladas de teoría, aspecto con el que permite desarrollar la transformación en las prácticas pedagógicas. Entonces, así hay un acercamiento a la práctica

de manera reflexiva para producir conocimientos y desarrollar un proceso de transformación de la práctica pedagógica. Igualmente, es una buena opción porque los docentes que viven el problema son quienes podrían estudiar e investigar mejor los entornos naturales. El método de educación acción es cualitativo y es el más adecuado para investigar estos entornos naturales.

En el mismo sentido, Elliot (2005) plantea que entre las ventajas de este procedimiento está que se trabaja con problemas propios de la práctica educativa, lo cual permite y promueve los procesos de formación, profesionalización y mejoramiento del desempeño docente. Existe una permanente relación entre la reflexión y la acción, y genera episodios continuos de democratización de procesos. El método comienza con la realidad y se fundamenta en la teoría para generar cambios, así se producen transformaciones en la realidad y en los sujetos.

Así mismo, expresa Elliot (2005) que siempre está presente la reflexión sobre su propia práctica pedagógica y se hace con ciclos continuos. Apenas acaba una sistematización se da paso a la reflexión para verificar qué se sigue del mismo problema o de otros problemas. A la práctica sigue la reflexión y se mantiene esta en el centro de todo el ciclo. Se identifican los problemas y se hace un diagnóstico, con métodos cualitativos o cuantitativos. Se elabora un proyecto de trabajo o plan de acción, el cual se revisa y cualifica. Se desarrolla la ejecución del proyecto con una permanente fase de investigación. Se evalúa el plan y se hace la sistematización y vuelve a comenzar el ciclo. De esta manera, la recolección de la información se hace de manera permanente y con la reflexión se construyen los conocimientos con profundidad.

De otro lado, como estrategia se desarrolló el método por proyectos, en el cual los conocimientos anteriores sirven para el aprendizaje presente y futuro. Así se desarrollan habilidades de adaptabilidad, flexibilidad e interdisciplinariedad. En este procedimiento el docente debe tener un gran conocimiento y manejo del método científico-técnico, capacidad para la orientación de equipos de trabajo y respeto por las opiniones de los

estudiantes. En este sentido, haciendo y experimentando se construyen con más facilidad los conocimientos. Con los medios del entorno y mediado por la teoría, se comienza por hacer lo que otros ya hicieron y avanzar de nuevo. Entonces, conviene asistir a las prácticas y participar en los ensayos de laboratorio con la interacción con los docentes.

Así se promueve la pedagogía por proyectos de todo tipo, especialmente en los de investigación, los cuales se sugiere tengan una duración mínima de un semestre para hacer el seguimiento correspondiente. Según Ruiz *et al.* (2006), para los docentes y los estudiantes las prácticas, los ensayos de laboratorio y las visitas de campo a las obras son esenciales en la construcción del conocimiento porque comparan con el marco teórico, hacen el análisis de resultados y llegan a sus propias conclusiones. Al respecto, las actividades prácticas motivan a los estudiantes en el proceso de construir sus conocimientos y aunque el conocimiento es nuevo para ellos, ya está validado casi siempre. De esta manera los docentes y los estudiantes se siguen construyendo permanentemente como seres humanos y en las competencias disciplinares.

Para el desarrollo del proceso de investigación se trabajó con la población conformada por los profesores de la Facultad de Ingeniería Civil de una IES durante el periodo 2010 a 2016 y se escogió la muestra de forma directa, la cual fue cambiando con el transcurso del tiempo, con base en el interés de ellos mismos. Se hizo una revisión documental al PEI, al PEF y a las evidencias de formación pedagógica, entre otros. Así mismo, de acuerdo a la revisión en el aula de clase, a partir de las estrategias previstas, se llevaron a cabo observaciones, a través de rejillas, y entrevistas a los diferentes actores.

Procedimiento específico

Se elaboraron las entrevistas con profesores del grupo de trabajo, de manera individual. Así, se revisó la formación docente de los profesores sobre los cursos que toman, la participación y sus prácticas educativas. Igualmente, se socializó el método por proyectos, se compartieron las

posibles didácticas, que luego se pusieron en práctica, y se observó la manera como se dan las clases, actitudes, comportamientos y resultados frente al contexto. Al respecto, se llevaron a cabo procesos de observación a los mismos actores sobre su desempeño en el aula de clase, los contenidos y la forma en que actúan, especialmente se conocieron aspectos sobre la pedagogía y didáctica utilizada. Se verificó el grado de consciencia que tienen los docentes sobre la función que desarrollan los estudiantes, sus capacidades actuales, su potencialidad y su comportamiento frente a estos elementos.

De la misma manera, con el grupo de trabajo se hicieron acuerdos y se precisaron metas mínimas, como definir qué es ser un buen ingeniero, capaz de enfrentarse a las presiones externas. Así mismo, se estableció la responsabilidad del maestro para analizar y profundizar con los estudiantes sobre la función que cumplen las diferentes obras, en las que se esté trabajando.

Con base en diferentes estrategias como videos, artículos, libros, ponencias y otros que el grupo propuso, se continuó profundizando en los elementos pedagógicos y didácticos con el método de proyectos. Se desarrolló un proceso continuo de análisis de datos para revisar los posibles cambios que se percibieron. Se hizo hincapié en la formación continuada, orientada a los docentes, en todo sentido especialmente en lo pedagógico. Para ello se estudiaron textos y se analizaron videos que trabajan el tema. Si el profesor está en continua capacitación servirá de ejemplo a los estudiantes.

Con base en el desarrollo del proceso se elaboró una propuesta para la formación de docentes de ingeniería civil, para estudiar, diseñar y construir las obras en las cuales interviene y con su ejemplo enseñar a hacer lo mismo a sus estudiantes.

Capítulo 2.

Elementos teóricos que orientaron el proceso

Aproximación al concepto de formación

Por formación se entiende el camino ascendente y continuo que permite el perfeccionamiento de las personas. Al respecto, Gadamer (2007) expresa que la formación como ascenso a la generalidad es una tarea humana y requiere sacrificio de la particularidad a favor de la generalidad. Para Schön (2003), la formación incluye estudiar y reflexionar sobre los problemas y, si se quiere llegar a tener un problema bien definido que encaje con las teorías y técnicas que mejor se conocen, se debe construir este a partir de los materiales de una situación que cabe definir como problemática. Este es un proceso que requiere de una reflexión apropiada para proponer y dar la solución pertinente. De manera similar, la formación tiene la obligación de promover la reflexión sobre los problemas sociales, políticos y de desarrollo humano, además de los disciplinares.

Según Gadamer (2007), la formación requiere de un alto contenido espiritual que permita ver con equilibrio todos los aspectos que superan el cultivo de las capacidades previas y, en esencia, el aspecto central de la formación humana es convertirse en un ser espiritual general. Esta formación suministra los elementos constitutivos de la serenidad creciente porque quien cede a una ira ciega le falta abstracción y es inculto. Entonces, el docente tiene la obligación de proponer ascensos continuos que permitan el mejoramiento diario a partir de la reflexión, de la práctica y de la inteligencia creciente.

Por otro lado, está el concepto práctico de formación, pero a la vez muy humano, con los cambios de paradigma. El concepto de que la Tierra era plana, según Ptolomeo, se basaba en que los hombres podían ver solo dentro de los límites de su visión. Sin embargo, promover la curiosidad permite ver nuevas opciones. Como ejemplo, dado que no aceptó ciegamente la teoría tradicional, con base en la investigación, reflexión y decisión, Colón llegó a América. Para Dewey (2001), la creencia se apoyaba en la pereza, la inercia, la costumbre, la ausencia de valor y energía para la investigación. Entonces, se puede cambiar de paradigma y creer que los estudiantes tienen un gran potencial, pueden llegar a ser mejores seres humanos, excelentes profesionales y ciudadanos.

En esta práctica se van creando nuevos elementos que hacen del estudiante un ser más creativo. Al respecto, Schön (2003) expresa que se presentan problemas con alta incertidumbre que requieren un análisis específico que permita su construcción de forma apropiada. Igualmente, Schön (2003) expresa que es necesario dilucidar el dilema del rigor o la pertinencia: “Lo que más necesitan aprender los aspirantes a profesionales de la práctica es aquello que los centros de preparación de estos profesionales parecen menos capaces de enseñar” (p. 21). Entonces, es importante enseñar la responsabilidad y la creatividad que genera el liderazgo profesional de la ingeniería civil para tomar decisiones apropiadas y evitar que la escuela solo enseñe la manera de resolver el problema económico del aspirante a profesional, sin tener presente el entorno.

De la misma manera, el autor expresa que en la formación de los profesionales “se presentan primero las ciencias básicas pertinentes, luego las aplicadas, y finalmente un prácticum en el que se supone que los estudiantes aprenden a aplicar el conocimiento basado en la investigación a los problemas de la práctica cotidiana” (Schön, 2003, p. 22). Sin embargo, se está dando mucha preponderancia a la formación de esta profesión con base en la racionalidad técnica. Se toma la práctica competente como práctica profesional cuando la solución de problemas instrumentales se hace con base en conocimientos sistemáticos de carácter científico. Entonces, de esta manera se soslaya la formación en competencias humanas que son esenciales para un buen profesional.

Por otro lado, a los estudiantes se les debe enseñar el trabajo en equipo con las comunidades que tienen problemas del desarrollo humano sin resolver y en donde no hay recursos. Igualmente, se debe enseñar a los aspirantes a profesionales a crearle viabilidad a sus proyectos, comenzando por encontrar el mayor impacto humano positivo posible y mostrándoles cómo buscar los recursos a través de financiación que permitan la autoconstrucción o autogestión. Al respecto, la escuela debe enseñar a los estudiantes además de la creatividad y la resolución de problemas, la forma para construirle camino a las propuestas que ellos mismos formulan. Estas pueden llevarse a cabo con la mano de obra no calificada de las mismas comunidades que presentan las necesidades.

Por otra parte, el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción del ser humano, que lo realiza utilizando los esquemas que ya posee (Quintar, 2008). Freire y Faundez (2018) promueven la acción pedagógica para formar al individuo, relacionada directamente con el contexto, con la realidad del estudiante y específicamente con los problemas sociales del entorno. Plantea que los libros que lee, la formación que recibe el estudiante y los ejemplos que trabaja son más efectivos si se relacionan con su medio y con la realidad de su propio mundo. Entonces, estos autores privilegian las soluciones de las necesidades sociales, a través del desarrollo de las capacidades de los estudiantes para que hagan de este mundo un sitio mejor para vivir, como lo expresa la misión central de los ingenieros.

De esta manera, se observa que son significativos los contenidos cuando están relacionados con las realidades sociales de los estudiantes y resaltan de forma expresa, los dos autores de este modelo curricular, que favorece las necesidades sociales sobre las necesidades individuales. Allí se promueve el rol de la escuela para las transformaciones sociales, por lo cual, el currículo estará orientado a establecer las salidas, las interacciones, los estudios y las propuestas de solución que los estudiantes buscarán a los problemas que ellos mismos viven y son capaces de abordar.

Los discentes aprenden a ver la realidad críticamente, a comprometerse, plantear, proponer y promover soluciones (Freire y Faundez, 2018). Desde este ángulo, el currículo abordará la creación, definición de principios y valores que generarán conductas y comportamientos para los compromisos contextuales, y fomentarán alternativas que sean susceptibles de comprobar en la realidad, para mejorar la calidad de vida de su entorno y de la sociedad (Quintar, 2008).

De esta manera, se observa que se promueve una formación y una adaptación a la realidad, para luego incidir en ella a través de un proceso de transformación, con el claro propósito de beneficio para la comunidad.

Sin embargo, es claro que los docentes les deben enseñar a sus estudiantes la manera de visualizar qué tipo de sociedad quieren construir (Quintar, 2008). Freire y Faundez (2018) exponen que la formación incluye aspectos tan importantes como la capacidad de aprender, no solo para desarrollar el proceso de adaptación, sino para que pueda conocer la realidad e incidir en ella para transformarla y rehacerla, lo cual da sentido al proceso de formación de la persona que es distinto del adiestramiento animal o del cuidado de una planta. Al respecto, la formación va más allá de la simple memorización de contenidos y de adquirir habilidades, porque incluye la capacidad para comprometerse con las acciones pendientes para desarrollar y construir su entorno social.

De otro lado, el profesor Zambrano (2002) expone que en el primer mundo del capital humano se desarrolla la inteligencia y en nuestro medio se desarrolla la fuerza laboral. Para Perico-Granados (2010), la formación de los ingenieros se hace de manera técnica como fuerza laboral y hay poca formación como sujetos. Zambrano (2002) es más fuerte en sus apreciaciones, dado que plantea que el profesor universitario, a veces, es un técnico que se gana un salario y que la universidad no siempre existe como un verdadero centro de formación y pensamiento. Por ahora, en gran parte, la universidad no es de ciencia sino para la formación de profesionales. Sin embargo, el docente tiene un gran poder que no utiliza, tiene capacidad de influencia que no siempre pone en práctica para contribuir en la construcción social y física del mundo.

Elementos básicos del concepto de formación profesional

La formación profesional es la que permite que un ser humano se pueda desempeñar con cierto rigor en un campo determinado. El proceso de formación es gradual y puede partir de unas condiciones previas. Las experiencias anteriores acerca del tema pueden ayudar a obtener una respuesta satisfactoria y las nuevas experiencias contribuyen, junto con el análisis y confrontación con la teoría, a la construcción del conocimiento profesional (Kolmos, 2004). Sin embargo, Schön (2003) expresa que durante el proceso es muy importante una formación profesional reflexiva, que permita tomar las mejores decisiones. Para Dewey (2004), el pensamiento reflexivo debe constituirse en un objetivo de la educación porque nos libera de la actividad impulsiva, rutinaria y el pensamiento nos capacita para dirigir nuestras actividades con previsión y para planificar con base en los objetivos profesionales que se pretenden. Entonces, la capacidad reflexiva, con base en las prácticas, experiencias y ambientes de aprendizaje, contribuye en la formación de los profesionales.

De otro lado, la racionalidad técnica defiende la idea de que los profesionales de la práctica, en este caso los ingenieros, solucionan problemas instrumentales mediante la selección de los medios técnicos más

idóneos para determinados propósitos. Para Schön (2003), los profesionales prácticos son rigurosos y resuelven problemas instrumentales bien estructurados, mediante la aplicación de la teoría y la técnica que se derivan del conocimiento sistemático, preferiblemente científico. Sin embargo, es necesario formar para convivir. Para Leonard (2011), es indispensable llevar a los estudiantes, en jornadas de aseo, a recoger papeles de alcantarillas, entre otras actividades de la formación integral. Así, aprenden que jamás se debe botar basura en la calle. Al respecto, se requiere de una formación que combine la experiencia, la creatividad, la formación integral y la formación en la teoría.

Por otra parte, Flórez (2000) expone que los estudiantes desarrollan su actividad con una interacción cercana con el mundo que los rodea y por supuesto con base en las necesidades reales. La formación de los estudiantes de ingeniería incluye los aspectos sociales, de necesidades básicas que aún no han sido satisfechas, pero especialmente aquellas en las que se necesita de su capacidad diseñadora y constructora. Así, ellos, en su interacción con las comunidades, se pueden ver obligados a desarrollar un mayor análisis crítico, encontrar la solución de los problemas y trabajar en forma cooperativa para resolver esas necesidades sociales.

Igualmente, para Freire y Faundez (2018), los profesores deben guiar a sus estudiantes para obtener pequeños y paulatinos avances en su mejoramiento de condiciones de vida, porque todos los seres humanos tienen derecho a vivir mejor. En este sentido, en sus prácticas cotidianas de las asignaturas deberían orientar y guiar a los estudiantes para que promuevan el verdadero desarrollo humano haciendo ejercicios prácticos, en donde los docentes vayan formando en liderazgo y en compromiso social a los dicentes. Su ejemplo y su compromiso estará más volcado a contribuir con la superación de los problemas de su entorno, comprometidos más con el desarrollo humano que con el crecimiento económico, más dedicado a incidir en su transformación positiva, en conjunto con las mismas comunidades, trabajando hombro a hombro con ellas.

De la misma manera, la formación profesional requiere de una alta capacidad para crearle viabilidad a sus proyectos. En este sentido es necesario comenzar a construir el futuro desde ahora con el fortalecimiento de organizaciones, como la sociedad civil para que domine al Estado y este domine al mercado y para que operen con una lógica solidaria, participativa y sinérgica (Pérez-Tapias, 2017). Al respecto, este es un proceso digno de enseñar a los profesionales, para trabajar con las comunidades en programas de autogestión, porque el trabajo de ellos es mucho más que un solo factor de producción, porque genera creatividad, potencia y moviliza energías sociales, fomenta la identidad de la comunidad, incentiva la solidaridad y satisface necesidades individuales y colectivas.

Igualmente, Senn (2012) expresa que con ello el trabajo se convierte en un generador de recursos, incluyendo los no convencionales como la conciencia social; cultura organizativa y capacidad de gestión; creatividad popular; energía solidaria y capacidad de ayuda mutua; calificación y entrenamiento ofrecido por instituciones de apoyo, y capacidad de dedicación y entrega de agentes externos. Estos recursos solo se pierden en la medida en que no se utilizan. En este sentido, los recursos convencionales como el dinero se pueden obtener, también de los recursos de ahorro de los sectores informales, a través de la banca descalza, que está orientada a los proyectos de autogestión de las mismas organizaciones, con ejemplos como los de Chile, Brasil y Bangladesh.

Aspectos esenciales del concepto de formación en pedagogía

Se entiende como el camino que se sigue para obtener una formación en una determinada disciplina. Aportes importantes vienen con Comenio (1998), en la *Didáctica magna*, que solicitaba que todos los estudiantes pudieran seguir el mismo libro y para lo cual la imprenta se lo facilitaba. Tiene un gran mérito la aparición de esta obra en 1.627, en el seno de las luchas políticas y sociales de esos momentos, cuando Comenio toma partido y apoya al movimiento campesino. A partir de allí, propone que la

educación se imparta en todos los niveles para niños y niñas, ricos y pobres y para todos la misma educación. Propuso que se les diera educación a las personas menos favorecidas, así fuera superficial, porque nunca se les había dado. Hace mal un profesor que sanciona a quien no comprende algo porque le genera odio al estudio y en cambio, aconseja que se apliquen severos castigos a la pereza. Igualmente, expresó que el examen es un momento didáctico y no un momento de calificación, expuesto en su obra en el capítulo XIX. Después del examen no debe quedar ninguna duda y todo estará comprendido. Al respecto, fue una obra que marcó la diferencia antes y después en la didáctica y como un comienzo formal de la pedagogía.

Para Díaz-Barriga (2007), Herbart fue un precursor, ya que escribió en 1806 *Pedagogía general* y en 1834 *Bosquejo de un curso de pedagogía*. Él reemplazó en la cátedra a Kant y luego a Hegel, porque no había profesores titulares de la cátedra de pedagogía y quienes lo hacían eran los de filosofía. Por este motivo, existen escritos de pedagogía en Kant y en Hegel. A Kant se le conoce como el fundador de la pedagogía y él habla de formación a la relación del maestro con el estudiante. En este sentido, la pedagogía se deriva de la filosofía y allí se hunden sus raíces con un proceso de amalgama que aún hoy se sigue construyendo.

Igualmente, Dewey (2004) expone la escuela como un laboratorio de democracia, que implica formar sujetos de ciudadanía. Este autor generó un movimiento de educación progresista y publicó varios libros desde finales del siglo XIX, hasta 1940. En las pedagogías activas, el currículo busca el progreso y la formación del individuo para el trabajo, la ciudadanía y la inteligencia. En América Latina se tiene un terreno abonado en países como Brasil, con su contribución con Paulo Freire y Tadeo Da Silva. En este sentido, desde comienzos del siglo XX se comenzaron las didácticas activas que luego heredaron Kilpatrick y Decroly.

Así mismo es la formación que permite observar con cierta claridad por qué se enseña y para qué se hace este proceso. Según el profesor Zambrano (2002), hasta finales del siglo XIX se tenía el concepto de pedagogía como

el acompañamiento al discente, y a principios del siglo XX se torna en una disciplina como “arte” o práctica. Él plantea que la pedagogía radica en pensar problemas educativos. Los pedagogos se preguntan por qué se educa al ser humano. La capacidad de reflexión del pedagogo trasciende la capacidad de reflexión del didacta. El pedagogo reflexiona y se debe preguntar: qué estudiante se requiere y para qué escuela y viceversa. El pedagogo habita en la filosofía y en la política. Al respecto, la pedagogía contiene a la didáctica con un ejercicio de liderazgo sobre esta porque le indica el camino, con una visión del porqué se hace y el para qué se produce. Aquella se ocupa del cómo hacerlo.

En el mismo sentido, Zambrano (2002) expresa que la pedagogía relaciona la reflexión entre teoría y práctica, enseña a pensar y, en general, es una disciplina capaz de generar intereses, fomentar ciertos fines y promover los movimientos sociales y políticos. También, procura una comprensión del porqué se enseña y para qué se enseña y actúa sobre la formación del ser humano. Él precisa que para Durkheim es una teoría práctica de la educación y es el proceso por el cual las generaciones adultas introducen a las generaciones más jóvenes en los patrones culturales de la sociedad, en donde el niño ha nacido. Al respecto, la pedagogía tiene una cobertura amplia que permite observar con un horizonte de largo alcance los caminos y las motivaciones para construir conocimiento y la clase de este.

La pedagogía es la acción y una forma de reflexión sobre el otro que se está formando, por esta razón, es mucho más que enseñanza y aprendizaje. Para Elliot (2005), es un proceso reflexivo, a partir de las actividades del aula de clase. Sin embargo, educación y pedagogía son correlativos porque la una permite la existencia de la otra y se entrecruzan. Según Zambrano (2002), su interacción es la imagen de un calidoscopio, en el cual tres espejos multiplican simétricamente la imagen que hay entre ellos. En el calidoscopio, en el centro está la pedagogía, como un concepto que gira en su propio eje y no se separa del concepto de educación porque está en su ambiente de gravitación. De otro lado, enseñanza y aprendizaje son el

lado práctico de educar y la mirada reflexiva de lo pedagógico, con fines como por qué educó y para qué educó. Dewey (2004) expresa que la educación contiene a la pedagogía y por esta, la primera encuentra su misión de medios y fines. Al respecto, la pedagogía se relaciona con la educación en forma recíproca, tanto como lo hace con la didáctica ya que esta está contenida por la pedagogía y esta última, a su vez, por la educación.

Según Zambrano (2002), el pedagogo es quién estudia lo que sucede en el aula de clase. Estudia la relación entre sujetos profesor y estudiante en relación con la disciplina que se enseña, es decir, formación del saber. Él estudia lo que observa, explica lo que vive el profesor cuando se enfrenta con los niños y jóvenes y se pregunta por qué el estudiante produce o no lo hace, como por ejemplo cuando el niño rechaza ciertas actividades. La pedagogía es una disciplina que permite ver, a través de la reflexión, si lo que se enseña está hecho para esa escuela y para esa sociedad. Los pedagogos deben estudiar si la arquitectura de la escuela es la adecuada. La actividad pedagógica implica dos o más sujetos para modificarse en un espacio y en un tiempo. Por un lado, un sujeto que ejecuta las directrices de un modelo educativo y, por el otro, un sujeto que tiene un proceso de “sometimiento”; es un encuentro con el saber. Al respecto, uno de los objetivos de la pedagogía es llevar a cabo los propósitos de la educación y, como disciplina social, se expresa sobre el mundo en los aspectos político, económico y social.

De manera similar, Quiceno (2015) enuncia que, en el siglo XXI, la pedagogía recibe los aportes de otras ciencias, como paradigmas que contribuyen y desplazan otros elementos, con los que forcejea para tomar posición, como la cultura. Esta es la formación de la persona, con un proceso de mejoramiento y perfeccionamiento. Para los griegos era la *paideia* que radicaba en la formación cultural. Para los romanos, era *humanitas*, la educación del hombre debida a las buenas artes como la poesía, la elocuencia, la filosofía, propias del ser humano. Para Zambrano (2002), la cultura se define como la aspiración última de la persona, dada por la pedagogía que

influye en el hacer y en lo que es; en el hacer con la enseñanza y en lo que es como discurso. Al respecto, pedagogía y cultura tienen igualmente una relación estrecha y dependencia mutua y que los nuevos pedagogos deben tomar sus propósitos para formar en los seres humanos competencias para convivir, a través de la enseñanza.

En este sentido, Quiceno (2015) plantean que la enseñanza existe en la escuela y sobre todo fuera de ella. Sin embargo, no es suficiente con conocer una disciplina para saber enseñarla. Enseñar es más que saber enseñar y saber una disciplina: implica la experiencia, la comunicación, la sociedad y los paradigmas propios del maestro. Igualmente, la formación tiene relación con los saberes, la tecnología, el pensamiento contemporáneo, que fundamentan la pedagogía y la promueven hacia las ciencias humanas, en donde el concepto de hombre es central. También, Quiceno (2015) expresa que la débil preocupación por la científicidad de la pedagogía lleva a la falta de autonomía para pensar los asuntos propios de esta ciencia, como sucede en Colombia. La pedagogía pasa de ser una ciencia humana a ser una ciencia social, que es una entidad compleja y que tiene varias significaciones. Al respecto, la pedagogía debe plantearse los problemas de la vida, de la comunicación, de la colaboración y solidaridad, de la autonomía, del pensamiento crítico y en general de la formación y del futuro del hombre.

Elementos esenciales del concepto de currículo

Con el concepto de educación, como campo de gravitación de la pedagogía y que esta contiene la forma de ayudar a construir el conocimiento, que son los objetivos de la didáctica, conviene precisar el camino a seguir para estos propósitos, elementos que constituyen el currículo. Al respecto, en 1824 se expidieron leyes que obligaron a la educación primaria en Francia y aparece la necesidad del pensum porque las escuelas de una parroquia iniciaban en enero y otras en junio. Para Díaz-Barriga (2007), los jesuitas fueron los primeros en promover la movilidad, dentro de sus propios claustros, lo que hizo que acordaran elementos comunes de contenidos

para facilitar el proceso y que pudieran avanzar al mismo ritmo, con lo cual aparecieron los primeros currículos. Ellos procedieron de esta manera con el propósito de seleccionar a los mejores estudiantes y se pudieran trasladar de un sitio a otro. En este sentido, este primer concepto de currículo se refirió solamente al plan de estudios.

Currículo es una palabra polisémica y significa un propósito de formación, que incluye un plan de estudios. En el proceso no solamente es lo que el plan de estudios expresa, sino lo que se está haciendo con todos los elementos de formación. Está el currículo vivido y el currículo oculto. Incluye la selección, organización y distribución de contenidos y aparecen modelos de organización como el flexible y el de competencias. Díaz-Barriga (2007) dice que existieron dos tendencias desde su origen, promovidas por Dewey, con su obra *El niño y el currículo*, de 1902, en la cual plantea una formación centrada en el estudiante y propone desarrollos sobre el papel de la experiencia en el aprendizaje.

Dewey fue uno de los creadores del pragmatismo, quien promovió la escuela activa centrada en el joven, y expuso que no se puede construir un currículo pensando en las ciencias naturales solamente, porque desconoce los intereses de los estudiantes. Él planteó que no hay dos estudiantes iguales, porque sus experiencias son diferentes. Estas experiencias son íntimas y para que la sensación se convierta en experiencia, requiere de la reflexión. Sus libros son tratados sobre el pensamiento reflexivo, sus características, sus procesos y las enormes ventajas para la enseñanza y para el aprendizaje. La función del profesor será la de promover la sensación, la experiencia y la reflexión. En esas primeras décadas del siglo XX aparece el currículo y los nuevos sistemas de evaluación en Estados Unidos, en función de la planificación y los rendimientos.

De otro lado, con otra visión más crítica, Kemmis (1988) expresa que los conceptos de currículo van desde el que se presentó en sus orígenes hasta el que se desarrolla con el trabajo mismo y la organización de los elementos

que deben ser enseñados y deben ser aprendidos. Igualmente, pasa por el que es un proceso de representación, formación y transformación de la vida social en la sociedad, entendido como un todo de forma sintética y comprensiva más que la visión de las especialidades de cada disciplina. Finalmente, está el concepto que se presenta como el de intereses emancipadores y de crítica ideológica en la ciencia y en la educación, con las teorías del currículo y la reproducción social, cultural y política.

Inicialmente, para una sociedad diferenciada, se necesitaba una educación diferenciada para la fuerza de trabajo. El Estado podía acrecentar esa diferenciación de forma horizontal entre especialidades como de manera vertical entre categorías de ocupación. Kemmis (1988) precisa que, con la educación de masas, a partir del Estado industrial, este comienza a pulir los mecanismos para la producción de la fuerza de trabajo y la reproducción de las relaciones sociales. Posteriormente, pasó de una perspectiva reactiva en que se dio respuesta a las demandas de una fuerza de trabajo diferenciada, a una acción proactiva en que la escuela funcionaría positiva y selectivamente para colocar a las personas en los papeles y ocupaciones según sus capacidades.

De la misma manera, Díaz-Barriga (2007) expresa que Bobbit en *El currículo*, en 1918, plantea una visión más cercana a las instituciones, con una secuencia de contenidos, que fundamentan los temas de enseñanza. En 1924, Bobbit escribió otro libro que denominó *Como hacemos el currículo*. Según Zambrano (2002), existen autores que lo culpan de promover la racionalidad técnica en los asuntos humanos (especialmente en Estados Unidos) con las operaciones reductivistas y técnicas de educar.

Pasada la Segunda Guerra Mundial, Ralph Tyler escribió *Principios básicos del currículo*, compendiado en 1982, en el cual pretende dar una visión de lo curricular y lo equipara con los planes y programas de estudio. Allí se propone una perspectiva social para mejorar y promover el bienestar humano, a través de la educación para la democracia. Para el estudio del

currículo es necesario definir los fines que se buscan en la educación y es vital escuchar a los estudiantes para saber sus intereses y necesidades. También se requiere seleccionar actividades de aprendizaje para conseguir los objetivos y estudiar los principios generales. Igualmente, los procesos de evaluación son importantes tanto del currículo como de los procesos en general, así como la utilización de los resultados de la evaluación como elementos de retroalimentación y de aprendizaje.

Para Tyler (1982), han existido diferentes formas de estudiar, analizar, plantear, exponer e interpretar el currículo. En este aspecto, para establecer un plan de estudios, como elemento especial e importante en la educación, se deben hacer preguntas de investigación como: ¿qué fines desea alcanzar la escuela? De las propuestas educativas que se ofrecen, ¿cuáles presentan mayores posibilidades para alcanzar los fines? ¿Cómo se pueden organizar de manera efectiva las experiencias? Y, ¿cómo podemos comprobar si se han alcanzado los objetivos propuestos?

Así mismo, sobre los fines a alcanzar, Tyler (1982) expone que, a pesar de las buenas intenciones y preparación de los docentes, no siempre se aplican los conocimientos para responder a los objetivos definidos. Muchos maestros no tienen claras las metas educativas y los medios como procedimientos y procesos. Una propuesta es que los objetivos se pueden obtener con el concurso de los estudiantes, con base en sus intereses y necesidades para que tengan la oportunidad de desempeñarse de manera efectiva en su vida. Deberá tener presente en la formulación de objetivos las esperanzas y aspiraciones, por lo cual, deberán valorarse conocimientos significativos, a través de un currículo adecuadamente diseñado, puesto en práctica y correctamente evaluado.

Para Tyler (1982), en los procesos de investigación se deben determinar grupos sociales para establecer las prácticas, los problemas, sus propias ideas, valores importantes, sus conceptos, con el propósito de estudiar y proponer objetivos educacionales. De esta manera, se utilizan de forma

efectiva los recursos de cada grupo social, para prepararlos con el fin de afrontar los cambios sociales y técnicos. Así, cada grupo social tendrá un currículo diferente, con base en sus propias necesidades, intereses e información con la cual se dispone. Esta propuesta permite una optimización de recursos educativos para cada grupo social, aspecto que favorece una mejor formación de las personas, por la motivación que les genera.

Según Díaz-Barriga (2007), en México se hizo el diagnóstico de necesidades, elaborado por Hilda Taba en 1974, para el diseño curricular. Allí se establecen conceptos como marco de referencia de un plan de estudios y análisis de la práctica profesional. Este autor precisa que, en España, Zabalza propone un desarrollo curricular para impulsar todas las capacidades del ser humano y dotar al hombre de la mayor perfección posible. En este sentido, se propone que el currículo sirva para educar al ciudadano, educar para la democracia, educar para la sostenibilidad del ambiente y para disminuir las inequidades, que es educar para resolver los problemas de la sociedad.

En otro sentido, Kemmis (1988) expresa que con base en la relación que existe entre la teoría y la práctica social, esta se ha trasladado a la formación como la relación entre la teoría y la práctica educativa. Siempre ha existido la preocupación por la adecuación entre los que dicen las teorías sobre las prácticas y por la fidelidad con que la práctica lleva a cabo la teoría. Se ha venido avanzando sobre las prescripciones de la teoría para desarrollar la práctica y que la práctica sea fuente para las teorías. Hoy se presentan caminos más reflexivos y mutuamente constitutivos de entender la relación entre teoría y práctica.

La construcción teórica del currículo, basada en la práctica, requiere que los docentes participen activamente en las decisiones educativas, pasando de ser solo operarios del currículo a actores fundamentales, porque son quienes lo interpretan, lo reorientan y lo aplican. La educación es una tarea compleja, que expresa valores y genera una relación entre la educación y

la sociedad. Por estos motivos los docentes deben estar bien informados sobre los valores, teorías y experiencias educativas para desempeñar de forma apropiada la función de orientador en la construcción de los conocimientos de las disciplinas y de la formación de los seres humanos.

Para Kemmis (1988), las decisiones educativas pueden caer en el error de olvidar que también son decisiones políticas. En ambos casos se debe proponer mediante la política práctica y el razonamiento crítico. Estos procesos exigen de los docentes que desarrollen perspectivas sobre la actividad educativa en la escuela, sobre su institucionalidad, para visualizarse como quienes tienen que decidir en la educación, como participantes en la vasta lucha de la sociedad hacia formas de vida más racionales, justas y satisfactorias. Esta perspectiva es progresista y permite la proyección de desarrollar sociedades más equitativas y solidarias.

Igualmente, para Kemmis (1988), se ha generado una nueva variedad en elaboración teórica del currículo, con base en los procesos de educación políticamente conscientes, relacionada con la reproducción social y cultural y la transformación mediante la educación. Hoy se analizan más las funciones ideológicas de la educación en relación con los objetivos del Estado y se elabora la teoría del currículo para mejorar la educación a favor de los individuos y de la sociedad como un todo. De otro lado, Stenhouse (1998) plantea que el interés en el desarrollo del currículo, en el profesor como profesional prologado y como investigador se puede apreciar en la construcción teórica y crítica de este. Son propuestas que ameritan mayor estudio, reflexión y desarrollo para las épocas que se viven en las primeras décadas del siglo XXI.

El mismo Stenhouse (1998) precisa que un problema central en el currículo es el desequilibrio entre las ideas, las aspiraciones y los intentos de operativizarlos. Este autor presenta los modelos de objetivos con base en Tyler y en Hilda Taba y los critica, dado que no permiten mejorar la práctica. Al mismo tiempo presenta un modelo de currículo por procesos, a partir

de la exposición en que el conocimiento y la comprensión se desarrollan a través de procedimientos que no establecen los resultados del aprendizaje, dado que promueven la investigación creativa y crítica que hacen avanzar mucho más a los estudiantes. Es posible que esta perspectiva crítica, a partir de la formación en investigación permita una optimización en la construcción de los conocimientos.

Esta es una forma en que se incentiva a los estudiantes para que elaboren sus propios conocimientos, los contrasten con otros conceptos, piensen por ellos mismos y eviten repetir las ideas de sus docentes, de los artículos y de los libros que estos les sugieren. Entonces, se necesitan docentes mejor formados en los procesos educativos, pedagógicos y curriculares con competencias investigativas, creativas y críticas para que sean capaces de revisar y de analizar su propia práctica educativa de forma sistemática. Estos docentes tendrán el compromiso y las habilidades para estudiar y proyectar sus objetivos de enseñanza y tendrán el interés de cuestionar y probar la teoría de la práctica.

Díaz-Barriga (2007) presenta el concepto de currículo oculto, propuesto inicialmente por Jackson en el año de 1968, en el cual se expresan aprendizajes que no han sido explícitos en los planes de estudio, que no son intencionales pero que son altamente eficaces. El mismo autor plantea que Michael Apple, en los Estados Unidos, en el libro *Ideología y currículo*, involucra un análisis crítico de los acontecimientos en la educación. Al respecto, Apple (1986) incluye en los elementos del currículo aspectos conceptuales y políticos y examina en la escuela el currículo real para contrastarlo con las suposiciones de los maestros.

Con los aportes relacionados y las posteriores profundizaciones se comenzó a construir un saber multidisciplinario con aspectos provenientes de la sociología, la administración, la historia, la psicología, la didáctica, la antropología y la economía para poder construir los planes de estudio. De esta manera, se diluyeron las fronteras y se multiplicaron los campos y

los objetos de estudio. Para Díaz-Barriga (2007), con este proceso entraron en conflicto dos tendencias nuevamente. Una, desde los planes de estudio, que son la formación centrada en la investigación, el currículo flexible, la enseñanza por competencias y la incorporación de teorías cognitivas, como la educación situada y la formación por problemas. Por otro lado, se presenta el currículo como proceso, como lo vivido o como lo oculto, que generan distintos desarrollos conceptuales: la relación entre cultura y procesos escolares, la utilización de la etnología y la documentación de lo no documentado.

Al respecto, Díaz- Barriga (2007) señala que con la disolución de las fronteras de la disciplina curricular se ha favorecido la invasión de fronteras por otras disciplinas. Entonces, desde el currículo se estudia el desempeño laboral de los egresados, se estudian las necesidades ocupacionales para desempeñar una profesión y los principios didáctico-sicológicos para el trabajo escolar. En estos casos se fusiona el currículo con la didáctica. En cambio, en Colombia, Flórez (2000) expresa que el currículo se trabaja por procesos, los cuales se forman por estructuras de procedimientos y modelos de descubrimiento. De esta manera, el currículo para el desarrollo de las habilidades del pensamiento es un desarrollo de los procesos intelectuales y de los procesos cognitivos. Al respecto, para estos procesos la investigación contribuye de forma sustancial porque interactúan los estudiantes, los profesores y la comunidad, con problemas específicos de la sociedad y estos se pueden discutir con sentido crítico.

Con nuevas perspectivas, Carr y Kemmis (1989) plantean que la investigación-acción emancipatoria permite la evaluación de la práctica relacionada con la comunicación, la toma de decisiones y las tareas de la educación. Igualmente, promueve la organización de los maestros en diferentes formas y los pone en contacto en redes. De la misma manera, proporciona un enfoque teórico para estructurar una base teórica y de investigación para la práctica profesional. Es el caso de la teoría sobre las diferentes didácticas, como la metodología de proyectos para la práctica profesional de un excelente docente y de unos excelentes profesionales.

Estos autores profundizan en su crítica porque expresan que la función de la escuela se ve limitada en su misión educativa y forzada al papel de transmisionista para reproducir acríticamente las relaciones sociales, políticas y económicas del *statu quo*, porque las estructuras se consideran como algo dado y no como problemáticas, con lo cual se priva a la educación de su función crítica. Al respecto, se pierde la oportunidad de reorientar la educación dado que parte central de su misión es la buscar siempre las mejores opciones para formar a los estudiantes para promover una sociedad más equitativa.

Según Carr y Kemmis (1989), es tarea de los docentes promover la reflexión crítica en la sociedad, así como reflexionar sobre la racionalidad y la justicia de su proceso autoeducativo. De acuerdo con Perico-Granados *et al.* (2014a), para fomentar la tarea crítica, los docentes deben incrementar la participación de los estudiantes, los padres de familia y las comunidades en las decisiones del currículo para cimentar el compromiso con el bienestar de la sociedad y cumplir con la esperanza de esta, que espera maestros profesionales y no simples técnicos instructores. En este sentido, el maestro es un líder en la construcción de conocimientos, en la convocatoria de personas y en la formación de seres humanos con capacidad de servicio a la sociedad.

Igualmente, Stenhouse (1998) expresa que los docentes deben participar en la construcción de una tradición de investigación, accesible a los profesores y que alimenta a la enseñanza para mejorar la educación. El docente ocupará el papel central en la tradición investigativa y en la formación de nuevos investigadores. Estos profesores investigadores deberán llevar a cabo sus investigaciones y desarrollar su currículo por sí mismos y responderán en probar sus teorías sobre el currículo y en su propia práctica curricular. Según Kemmis (1988), hoy existe la necesidad de promover los equipos de trabajo en las acciones investigativas, para pasar a una mayor organización de los maestros. Al respecto, con mayor investigación sobre el currículo, en equipos formados y orientados por docentes y con la participación de estudiantes, se genera una mayor efectividad en los análisis y las conclusiones apuntarán a resultados benéficos para sus entornos y para la sociedad.

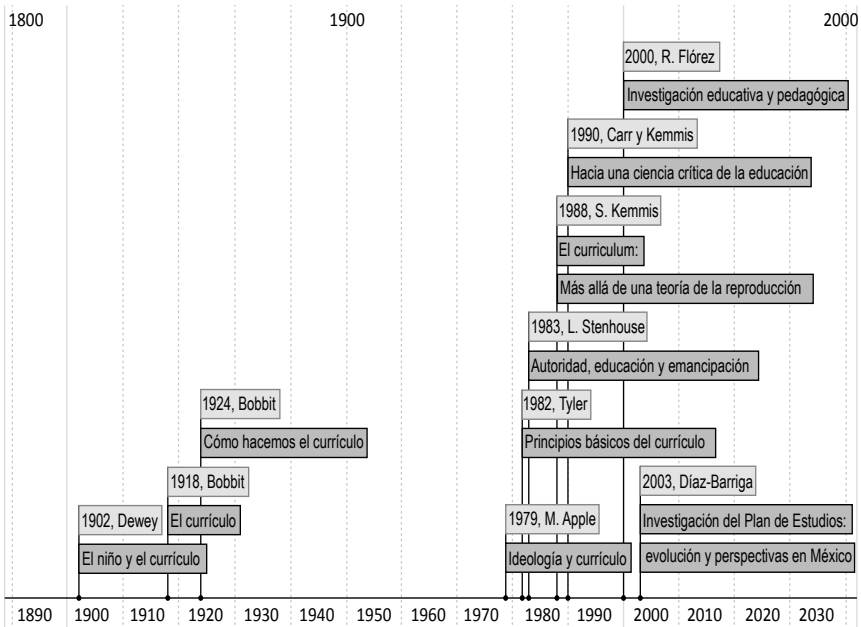
De otro lado, las ciencias están basadas en el interés educativo. Según Londoño (1992), todos los intereses de las ciencias contribuyen en la educación y en la autoformación de la especie humana. De esta manera, el interés social de unas de ellas se da porque está en función de la calidad de vida que promueve. Al respecto, la mayoría de los saberes promueven una aplicación para el bienestar de las personas, aunque existen otros que están orientados a buscar la verdad con independencia de su acción utilitarista. De todas maneras, la dedicación al conocimiento, especialmente a través de la investigación tiene un objetivo educativo.

Para Londoño (1992), las ciencias se tornan socialmente interdisciplinarias porque existen intersecciones entre los diferentes intereses, que hacen que las ciencias instrumentales sean susceptibles de juicios a cerca de la justicia, por su incidencia en la sociedad e incluso que pueda estar orientado por la voluntad universal de la equidad en los aspectos socioeconómicos. Al respecto, por la presencia de estos elementos se puede predicar sobre la intersección entre todas las ciencias y que hace ver la interconexión de intereses sociales y educativos, elementos que orientan acciones investigativas para los maestros.

Londoño (1992) profundiza y explicita sobre la acción de privilegiar la formación instrumental: Habermas plantea el peligro que existe cuando la sociedad está administrada solo por las ciencias instrumentales. Sin embargo, las ciencias naturales son más que las tecnologías porque estas solo se circunscriben a la coordinación de los medios y fines. Desde la óptica del conocimiento racional las ciencias naturales van más allá del interés técnico por la supervivencia, incluso pueden verse los criterios de la construcción racional que permiten la reflexión teórica para formar el entendimiento humano. Las ciencias pueden ser evaluadas desde sus implicaciones a nivel teórico interdisciplinario o desde su impacto social. Al respecto, parte central del compromiso de las ciencias es aportar de forma significativa al bienestar de las personas en la sociedad de forma equitativa, con superación de la sola formación instrumental.

En este sentido, Londoño (1992) plantea que los saberes formativos teóricos, prácticos y transformadores son conjuntos interdisciplinarios que requieren una visión más profunda que la concepción estrecha y unilateral de la razón instrumental. De todas maneras, todas las ciencias están inmersas en la sociedad contribuyendo con intereses educativos, en la formación del entendimiento humano y repercutiendo en el orden social y en los sujetos. En este sentido, las ciencias son emancipatorias porque ayudan a la formación de la especie humana y porque incrementan el dominio y la convivencia con la naturaleza. Su promoción y su preservación son esenciales para la sociedad siempre que predomine el interés general sobre el particular. Igualmente, dirigen la organización administrativa, orientan las posibilidades de transformación social, aumentan la autorreflexión, generan formación teórica y participan con elementos que contribuyen en el progreso de los seres humanos de forma individual y colectiva. En la figura 1 se presenta una perspectiva del currículo en el siglo XX.

Figura 1. Una perspectiva del currículo en el siglo XX, 14, 12, 20.



La profesión de ingeniería civil

La profesión de ingeniería civil se concibió como diferente a la ingeniería militar y para diferenciarse, adoptó el nombre de civil. Desde que se iniciaron las actividades de construcción de caminos y con las primeras mediciones geográficas se fue formando a los estudiantes esencialmente como técnicos. Para Poveda (2013), la vinculación de los ingenieros a las empresas siempre fue vista como la de los técnicos que ejercen la labor constructiva u operativa. Existen profesionales de esta disciplina que consideran una desviación “de la verdadera ingeniería, tomar empoderamiento para ocupar posiciones de administradores, gerentes, políticos, agricultores, vendedores y practicantes de otros oficios” (p. 235). Al respecto, por la incidencia de una de las líneas de formación, en los ingenieros que ha prevalecido como la instrumental, aparecen conceptos en que solamente se pueden ocupar en la disciplina y evitan cualquier interacción en la interdisciplinar.

La Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI, 2015) plantea que la ingeniería es una profesión central del siglo XXI y expresa que el concepto de ingeniería es casi tan antiguo como la humanidad misma. Se comenzó a acuñar desde que se lograron invenciones como la polea, la palanca y la rueda. En estas se explotan principios mecánicos y científicos básicos para desarrollar herramientas, objetos y soluciones a problemas identificados. Luego se aplicó en la construcción de máquinas militares, tales como catapultas, y más tarde, con el diseño de estructuras civiles, se hicieron puentes, caminos y edificios. Una vez diferenciada de la ingeniería militar, se fue especializando y aparece la ingeniería mecánica, eléctrica y química, entre otras. La ingeniería se ha definido clásicamente como la profesión que aplica el conocimiento técnico, científico y matemático mediante la utilización de las leyes naturales y los recursos físicos para ayudar a diseñar y desarrollar materiales, estructuras, máquinas, dispositivos, sistemas y procesos que en forma segura logren un objetivo deseado.

En el mismo sentido, ACOFI (2015) plantea que la actividad primaria de un ingeniero es concebir, diseñar, implementar y operar soluciones, aparatos, procesos y sistemas novedosos para mejorar la calidad de vida y responder a las necesidades o problemas sociales. Esta profesión no es solo un trabajo, es un modo de pensar y una forma de vida. Los ingenieros utilizan su criterio y experiencia para resolver problemas cuando los límites del conocimiento científico o matemático son evidentes. Su premisa constante es reducir el riesgo y es un proceso profundamente creativo. Al respecto, el ingeniero diseña y construye dispositivos para hacer de este mundo un sitio mejor para vivir y es la mano derecha de Dios en la construcción del mundo. Trabaja con restricciones técnicas, económicas y de negocio, pero debe superar las condiciones políticas, sociales y debe pensar y actuar con ética.

Poveda (2013) plantea que, además de las asignaturas técnicas que solamente incluían en el plan de estudios, se incrementaron otras de conocimientos y competencias importantes para el profesional como inglés técnico, nociones del código civil y de minas e higiene industrial. En 1937 se incrementó un año más al programa, y en el sexto año, adicional a los contenidos técnicos, se enseñó legislación. Sin embargo, todos los espacios académicos con la misma formación instrumental, con la inclusión de los medios para la obtención de los fines deseados, sin incluir una de formación de competencias humanas.

Desde 1955, cuando se creó la Facultad de Ingeniería Metalúrgica en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) y al año siguiente en la Universidad Industrial de Santander, los contenidos de formación han sido los mismos. Aparecieron industrias como Acerías Paz del Río, empresa en la que se vincularon una gran cantidad de ingenieros civiles, metalúrgicos, mecánicos, químicos y posteriormente de minas. Por la misma época circuló en los Estados Unidos un libro tomado como básico para la ingeniería y que llegó a Colombia en 1950, *Handbook of Engineering Fundamentals* del profesor Ovid Eshbach y que durante más de diez años fue tomado como texto, en las universidades colombianas.

Poveda (2013) expresa que en 1955 los contenidos de aquel libro fueron trabajados como texto elemental de las facultades que en ese momento existían: en las ocho de Ingeniería Civil, siete de Química, seis de Eléctrica, cuatro de Mecánica y dos de Minas y de Petróleos. El avance en los programas de ingeniería es notorio en Colombia, país que contaba con 1.042 programas de pregrado de Ingeniería, con cerca de 112 denominaciones diferentes, en el año 2016 (MEN, Sistema Nacional de Información de la Educación Superior [SNIES], 2016a). Según ACOFI (2015), con los datos más recientes encontrados, casi 30.000 estudiantes se graduaron de ingenieros en 2008 y cerca de 130 instituciones de educación superior cubren esta amplia oferta de programas de pregrado en Ingeniería.

Método de proyectos

Introducción

Existen diversos métodos para construir el conocimiento, en el contexto educativo, entre docentes y estudiantes. Entre ellos está el método de proyectos, inicialmente formulado por Dewey (2001), hace cerca de cien años. Con el transcurso del tiempo se ha comenzado a fortalecer el proceso de la problematización, a partir de la experiencia, y hoy ha derivado en dos métodos muy interesantes. Está el aprendizaje basado en problemas (ABP), que se encuentra muy relacionado con el orientado por proyectos (ABP-OP), del cual toma muchos de esos elementos. Para Kolmos (2015), el primero se aplica más en las ciencias sociales y en las ciencias de la salud y el segundo un poco más en las facultades de ciencias naturales y específicamente en facultades de ingenierías. Sin embargo, se encuentran muchos programas de las ciencias sociales en los que también se está aplicando el de proyectos.

Para Hernández *et al.* (2015), cuando se hace con un enfoque sociocultural, los estudiantes trabajan en sus proyectos, con problemas de su contexto y que ellos son capaces de describir, entonces, participan en prácticas

cercanas a las de los científicos e ingenieros. Con estos métodos se tienen muchas ventajas en los procesos de aprendizaje, aunque requieren de más esfuerzos por parte de todos los actores: directivos, administrativos, docentes y estudiantes. Al respecto, en este enfoque de aprendizaje existe mayor cercanía entre los contenidos, la teoría, las herramientas, el lenguaje y la construcción del conocimiento con las rutinas y la interacción propia de su disciplina.

Igualmente, con estos métodos se está formando al profesional con una mayor capacidad de decisión y de autonomía. Según Covey (2003), se incrementa esta formación cuando se tiene estructurado el proyecto de vida, con base en el cual, mediante su confrontación, se pueden tomar decisiones con mayor libertad. En todos los casos es importante que los estudiantes, previa motivación del profesor, primero estudien los conceptos esenciales de la teoría y sigan en ese proceso durante el desarrollo del proyecto. Así se convierten en expertos, con el tiempo, combinado apropiadamente la teoría con la práctica. En este sentido, se tiene un aspecto que permite ayudar a aprender a los docentes tanto de pedagogía, como de aspectos interdisciplinarios, dada la mayor simetría, entre docente y estudiante, que se presenta en el proceso de construcción del conocimiento y a la vez permite desarrollar otras competencias a los actores principales.

Hernández *et al.* (2015) expresan que esta línea de investigación está por explorarse y es el momento para comenzar a desarrollarla. Entonces, es conveniente refinar la teorización y observar la participación, los roles de quienes interactúan en el proceso, la acción del maestro y los demás aspectos que se deberán investigar antes, durante su aplicación y las consecuencias que de allí se derivan. Al respecto, las experiencias que se tienen con el método de proyectos son propuestas muy enriquecedoras para los diferentes participantes. En consecuencia, es necesario recontextualizar las diferentes experiencias, a partir de las ideas expuestas.

En general el método ABP y el método ABP-OP pretenden que el nuevo profesional se desenvuelva con fluidez, identificando y resolviendo problemas, con conciencia del impacto de sus acciones profesionales. Para

Vizcarro y Juárez (2006), requieren especial atención las implicaciones éticas que todo el proceso involucra, a partir de su experiencia durante la carrera, en permanente confrontación con la teoría respectiva. Entonces, en la universidad es el sitio en que se deben comenzar a entrenar las competencias, los nuevos profesionales y a desarrollar el proceso del aprendizaje autónomo y de forma continuada, con base en la práctica. Es necesario superar el entendido que, si el profesor explica algo, no necesariamente el estudiante lo ha entendido y con estos métodos se puede contribuir en resolver este tipo de problemas.

Todos los profesionales deben renovar sus conocimientos a lo largo de su vida. Requieren de una actualización permanente, con base en el desarrollo del hábito del estudio continuo. Para Vizcarro y Juárez (2006), los estudiantes deben aprender a aprender de forma independiente, con capacidad de autonomía, con incremento en las condiciones de competencias de formación crítica. Al respecto, cada vez más los profesionales trabajan de forma integrada y en equipos interdisciplinarios para mejorar los servicios y los productos con más efectividad y es un valor que se debe fomentar en los discentes. Ellos requieren construir las competencias para entender, con base en una escucha empática y para desarrollar sinergias: formas de cooperación con base en principios y en valores.

Estos métodos permiten adquirir los conocimientos que se enseñan en la universidad y a la vez generan la oportunidad de construir competencias profesionales. Según Vizcarro y Juárez (2006), estos métodos son una forma de interrelacionar las diferentes asignaturas, dado que el currículo se desarrolla por líneas temáticas significativas, más que en asignaturas, con base en los problemas que se proponen o con base en la estructura del proyecto. En expresiones de García-Sevilla *et al.*, (2006), para llevar a cabo los cambios, el mayor esfuerzo se genera al comienzo, dado que hay que vencer la inercia y la costumbre. Para este propósito son indispensables la constancia y la dedicación y con una visión clara de los aportes que generan los cambios, se pueden obtener unos excelentes resultados.

Método de aprendizaje por problemas orientado por proyectos, ABP-OP

Con base en los cambios en los procesos de aprendizaje que se han llevado a cabo en los últimos cincuenta años en el mundo, aunque de forma muy lenta, especialmente en unos países de Europa y de Estados Unidos, se dio un giro en la educación. Para Font Ribas (2004), venimos de un proceso con más de ochocientos años, cómodo y barato, pero que estaba diseñado para otra época, que es el método tradicional. Flórez (2000) lo describe dentro de sus modelos y resalta sus relaciones transmisionistas de forma vertical. Allí se observa la postura de erudito del docente y de receptor sin construcción del estudiante, con alto privilegio de la memoria y un aprendizaje por imitación. A pesar de los intentos de innovación, es un método que se sigue utilizando en la escuela, aunque con mayor intensidad en los centros universitarios, sitios en los que el protagonismo lo ocupa solamente el profesor, con permanentes exposiciones y con muy pocos talleres y prácticas.

Sobre estos temas, Sandoval (2011) explica que los discentes califican a estas prácticas como muy poco efectivas y de muy poca utilidad para su profesión. A pesar de que en unos programas se desarrollan procesos prácticos, estos se llevan a cabo de forma preestablecida con guiones rígidos e incluso con los mismos datos para todos los años, actividades que fomentan el plagio. Para Prieto *et al.* (2006a), estas actividades muchas veces parecen como normales y casi siempre se siguen desarrollando de la misma manera y son llamadas las prácticas tradicionales. Igualmente, en ocasiones se tiene un gran número de discentes en un salón o en un laboratorio, con las dificultades para el aprendizaje que esto conlleva. Al respecto, estas características hacen que el aprendizaje sea mínimo y el esfuerzo de profesores y de estudiantes no es tan intenso como en el método de proyectos. Entonces, estas prácticas poco tienen que ver con los docentes reflexivos y que se preocupan por el crecimiento efectivo de los estudiantes.

En un proceso de aprendizaje tradicional, el docente asume el rol de experto o de autoridad en el salón, transmite la información a los estudiantes, organiza los contenidos con base en su disciplina y sus exposiciones se fundamentan en la comunicación unidireccional. Los profesores consideran a los discentes como recipientes que hay que llenar de datos y de información y ellos promueven que estos trabajen de forma separada. Entonces, los estudiantes cuando les interesa escuchan, absorben, transcriben, memorizan y repiten la información para los exámenes o en las pruebas que presentan y luego la olvidan.

De la misma manera, en la formación tradicional los estudiantes hacen notar el poco trato interpersonal entre los docentes y ellos, con lo que se disminuye la motivación. Para Prieto *et al.* (2006b), se sigue priorizando el desarrollo de la memoria, almacenando datos que olvidan tan pronto pasan las evaluaciones y no tienen la preparación para buscar, encontrar, procesar y asimilar la información que requieren en su profesión. En este aspecto, con el método tradicional se ha encontrado que los discentes adolecen de una mínima preparación para trabajar en los laboratorios de forma autónoma y es manifiesta su inhabilidad para comunicar efectivamente sus hallazgos de manera oral y por escrito. Al mismo tiempo, los docentes sobrevaloran la teoría, les dan poca importancia a las comprobaciones en laboratorios y a las prácticas. Al respecto, orientan a los estudiantes para que dediquen mucho tiempo a tomar apuntes, cuando realmente se puede aprovechar mucho más esos momentos presenciales.

Prieto *et al.* (2006b) plantean que, en el método tradicional, las pocas veces que llevan a cabo laboratorios o prácticas, se desarrollan con base en manuales, casi siempre para todos los años los mismos, que hacen que el proceso se elabore de forma mecánica, aburrida, poco formativa y sin saber el sentido de los hechos. En cambio, con la aplicación del método por proyectos, los estudiantes prefieren las prácticas dinámicas, en que ellos actúen con mayor protagonismo. Se motivan con las diferentes actividades,

con los análisis y con las decisiones, trabajando equilibradamente con las manos y con la cabeza. Ellos plantean que las evaluaciones deberían hacerse en vivo para fomentar y valorar el esfuerzo y no el parasitismo. Así, creen que pueden aprender lo que van a necesitar en el futuro.

Según Sandoval (2011), en el aprendizaje tradicional se observa un proceso individual y competitivo, con una visión muy parcial y escasa del problema. En cambio, en estos dos métodos de estudio se ve un proceso colaborativo, con fijación de metas en grupo, con una retroalimentación del mismo equipo y del tutor, con tareas compartidas que permiten una mejor solución de los problemas. Este proceso se optimiza, con los métodos ABP y ABP-OP, dado que la problematización, o revisión del problema se hace en toda su magnitud. De esta manera, se hacen sus descripciones con cifras y datos y en las vertientes conocidas, aspectos que hacen posible tomar las mejores soluciones. Igualmente, con base en esta información y con estos procesos se tiene una mejor y mayor recordación del conocimiento construido.

Prieto *et al.* (2006a) manifiestan que los estudiantes de Alcalá de Henares plantean que ellos quieren diseñar sus propios experimentos, promover mucho más la búsqueda de información científica, la capacidad de interpretar y analizar los resultados, pero privilegian mucho la necesidad de formarse más en el pensamiento crítico. Insisten en la importancia del aprendizaje autónomo y en que las prácticas sean reales para verificar lo que se van a encontrar en el desarrollo de su profesión. Al respecto, en las prácticas con el método ABP se han encontrado niveles muy superiores de aprendizaje que los estudiantes dicen no haber alcanzado con los métodos tradicionales. Sin embargo, se requieren mayores horas de tutoría, para lo cual es necesario incrementar las opciones de monitores o becarios de investigación y en general son mayores los requerimientos de personas en los procesos de formación.

Igualmente, Prieto y otros (2006a) expresan que se requiere de metodologías que exijan más a los diferentes actores del proceso de aprendizaje, tanto a estudiantes como a profesores e incluso a los directivos para proveer más recursos humanos. Es necesaria la calidad en el proceso y para ello se requiere de mayores esfuerzos. De esta manera, se han obtenido competencias importantes para la formación profesional como la elaboración de resúmenes científicos, construcción de pósteres y presentaciones orales y escritas de los resultados obtenidos en los proyectos.

Con este propósito, Hernández *et al.*, (2015) expresan que, en la Universidad de Aalborg, en Dinamarca, consideran que el método de aprendizaje basado en problemas, orientado por proyectos (ABP-OP), es muy superior a los conocidos y que eventualmente puede contribuir en mucho a cumplir con estas metas para construir el conocimiento. De esta forma, se espera incrementar la equidad social y mejorar la calidad de vida de las personas que tienen menos acceso a la educación. Entonces, es necesario, por parte de las universidades, acercar los procesos innovadores de la enseñanza y del aprendizaje con la producción de conocimiento innovador, a través de estos métodos.

También sugieren que, inicialmente el solo proceso de aprendizaje basado en problemas (ABP) aporta de manera significativa al proceso de construcción del conocimiento en los estudiantes y en los profesores (Hernández *et al.*, 2015). Entre sus más importantes competencias se tienen: permite aprender a aprender; mejora sustancialmente el aprendizaje de trabajo en equipo; ayuda a describir, definir y a delimitar problemas complejos y a utilizar diferentes recursos y teorías para resolverlos, y fortalece el pensamiento crítico. Para Sandoval (2011), con base en experiencias en Canadá y Dinamarca se ha observado que permite mejorar de forma significativa los procesos de aprendizaje, especialmente en aquellas en las que se centra más la construcción del conocimiento en los estudiantes. Entonces, este método permite aprender con el proceso en la misma construcción del problema y allí se encuentra su solución.

En un proceso de aprendizaje basado en problemas los docentes son facilitadores, tutores, guías y coaprendices, quienes siempre están prestos a ofrecer retroalimentación. Estos mentores o asesores promueven la participación muy activa de los estudiantes y les delegan la responsabilidad de aprender y crear alianzas entre estudiantes y entre ellos y el profesor para construir el conocimiento. Los docentes diseñan el curso basado en problemas abiertos y en proyectos y promueven la participación tomando ejemplos del contexto. Los estudiantes son vistos como sujetos de aprendizaje y se les motiva para que asuman la iniciativa en la elaboración de su conocimiento. Entonces, 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.

En cuanto a la parte evaluativa, en los procesos tradicionales los estudiantes buscan la respuesta correcta para obtener una buena calificación y la evaluación se hace de forma sumatoria, teniendo como único evaluador al docente. En el aprendizaje basado en problemas y en el método por proyectos los docentes, se promueve la diversidad de las respuestas, lo que fomenta la construcción de preguntas, suscita estructurar y describir ampliamente los problemas, estudiar alternativas y tomar decisiones efectivas. En ese caso, los discentes evalúan su propio proceso, el de sus compañeros y el de los profesores. En estos métodos son muy importantes los procesos, tanto o más que los resultados.

Sin embargo, para Hernández *et al.* (2015), es poco lo que se ha avanzado en procesos de teorización sobre esta materia; existe poca literatura al respecto, especialmente en proyectos en que se trabaje en equipos y que su orientación está fundamentada en problemas. Entonces, se requiere un proceso decidido de quienes usamos el método de proyectos para hacerlo más visible y de esa manera una mayor cantidad de personas lo puedan utilizar de manera apropiada. Es preciso avanzar en una investigación en la que se construya conocimiento con base en los equipos de investigadores,

superando la acción individual. Así, es posible incrementar las competencias para un mejor rendimiento, aumento de la solidaridad y aporte a las soluciones holísticas.

El método ABP-OP en universidades de Europa

En los albores del siglo XXI, se practica el método en varias universidades del mundo, especialmente en Estados Unidos, en Canadá y en algunos países de Europa. Se toman los ejemplos de la Universidad de Aalborg, en Dinamarca y de la Universidad Politécnica de Cataluña, en España. La primera fue uno de los centros educativos en que se implementó este método inicialmente, en todas sus facultades, con un gran éxito. Para Valero-García y Navarro (2006), en la segunda se ha venido trabajando desde finales del siglo XX y se han encontrado también resultados que siguen creciendo.

Al respecto, la educación debería ser de muy buena calidad durante todo el proceso formativo, desde los primeros años hasta los posdoctorados. Sin embargo, quienes le apostamos a la educación superior tenemos un gran reto en la formación de profesionales creativos, éticos, con una gran capacidad de trabajo en equipo y comprometidos con la construcción de una sociedad más justa, equitativa y solidaria. Para Morín (2008), estos son valores que se necesitan en el comienzo del siglo XXI para orientar y mejorar los procesos educativos para la estructura social que se verá poblando el mundo en los próximos decenios. En este sentido, la formación de los seres humanos, y especialmente en este caso de los nuevos profesionales de la docencia, necesita un trabajo en equipo para interiorizar estos principios y valores que les permita superar la acción instrumental, con el solo interés de supervivencia, en que la preocupación radica en la coordinación de medios y fines.

Un valor esencial para fomentar en los estudiantes es el de la autonomía, el que se debe promover como un proceso desde los primeros semestres. Se han encontrado resultados muy buenos en la Universidad Politécnica de Cataluña, mediante el método ABP-OP, como una de sus principales

características. Hernández *et al.* (2015) proponen que se revise la construcción de los currículos que se han elaborado, basados solamente en contenidos disciplinares y se promueva la investigación con base en proyectos, como el de ABP-OP. Entonces, se pueden obtener los resultados que se derivan de la aplicación del método como que el aprendizaje del estudiante se genera desde su esfuerzo para enunciar el problema, la investigación en el estado del arte, la redacción de los objetivos y el desarrollo completo del proyecto.

Para Valero-García y Navarro (2006) importa más el proceso de aprendizaje que los resultados finales, aunque sin descuidar éstos. Para ello, el profesor entrega los términos de referencia a los estudiantes, organizados por grupos, en los que se encuentran las condiciones para la ejecución del proyecto con las fechas de entrega de los resultados parciales y de los definitivos. Ellos analizan qué de lo propuesto saben y qué deben estudiar para ejecutar el proyecto y, teniendo en cuenta los objetivos, elaboran una metodología. De esta manera, se están formando en autonomía y aprenden los contenidos, además de los otros valores que ponen en práctica.

Sin embargo, la calidad de los resultados finales es más importante, proporcionalmente en el ascenso de la culminación de la carrera de Ingeniería, además de los aprendizajes en los procesos. Todas las actividades, de este método requieren de un alto nivel de coordinación entre los profesores que intervienen en el proyecto. Al respecto, se necesita superar los procedimientos del método tradicional para que de forma conjunta y trabajo en equipo de estudiantes y docentes puedan construir conocimiento.

Breves antecedentes

En los albores del siglo XX se conocieron los estudios llevados a cabo por John Dewey frente a los procesos pedagógicos. Él, a partir de sus escritos, conferencias y acción en la vida política, aportó una gigante y sólida contribución al método ABP y al método ABP-OP. Describió de forma extensa la importancia de la experiencia en el proceso educativo y propuso

varios aspectos centrales para la construcción del conocimiento y la creación de hábitos de investigación en los jóvenes (Dewey, 2004). Posteriormente, el método ABP-OP abreva en las teorías del constructivismo promovido por Piaget y la teoría del aprendizaje social propuesta por Vygotsky (Valero-García y Navarro, 2006). Con base, principalmente, en estos autores, se espera que los estudiantes aprovechen mucho más el tiempo de estudio independiente, a partir de un plan de trabajo incluido en el proyecto.

Según Hernández *et al.* (2015), a partir del año 1968 en Dinamarca, como en otros países europeos, se comenzó un movimiento en contra de la autoridad del profesor en el proceso de la enseñanza y del aprendizaje. Entonces, como resultado de este proceso se inició la creación de instituciones que querían aplicar nuevos procesos pedagógicos y didácticos. Casi todos ellos optaron por proponer como agentes centrales del aprendizaje a los estudiantes. Así nacieron las universidades de Roskilde en 1973 y Aalborg en 1974, orientadas en esencia con el método de proyectos, ABP-OP.

Para Valero-García y Navarro (2006), en la segunda mitad del siglo XX, el método ABP-OP se presenta como un proceso que tiene ventajas con respecto a la formación tradicional y que tomó fuerza como acción contestataria frente a la autoridad del maestro. En este sentido, el método ha ganado terreno, dado el interés que despierta en los estudiantes y el mayor protagonismo que ellos tienen en el proceso. Promueve la presentación, estudio, análisis y desarrollo de proyectos que ocupan las horas de trabajo independiente de los estudiantes de aprendizaje significativo, con mucha más motivación, dado que trabajan en equipo y construyen conocimiento de su futuro profesional.

Según Kolmos (2015), entre las universidades que comenzaron formalmente a practicar el método estuvieron, desde los años 70, la de Maastricht en Holanda, de Linköping en Suecia, la de Roskilde y la de Aalborg en Dinamarca. Estas universidades lo han aplicado en la formación de estudiantes de muchas profesiones, pero ha dado un excelente resultado en las

profesiones técnicas, especialmente en las ingenierías. Con el método se desarrolla una alta problematización, esto es que concentra una buena cantidad de energía en construir el problema y tiene como distintivo esencial que está orientado por proyectos.

Para Valero-García y Navarro (2006), el método genera la construcción de capacidades de los participantes como la dirección de proyectos, excelente comunicación oral y escrita, aprendizaje autónomo y la de trabajar en equipo, con una alta colaboración. El proceso termina con un informe, en el que se consignan los principales aspectos encontrados y concluidos. En los últimos años se ha venido aplicando en otras universidades como Twente en Holanda, la de Louvain-la Neuve de Bélgica, la de Aveiro de Portugal, el Tecnológico de Monterrey y la Universidad Politécnica de Cataluña. Al respecto, en ellas el método ha centrado su aprendizaje en la formulación del problema, con sus diferentes variantes. Su trabajo se hace en grupo y genera condiciones muy buenas para el aprendizaje, con base en las discusiones y la redacción de los procesos y de los resultados.

Luego de un balance, en esas universidades, tanto para Jamison *et al.* (2014) como para Vizcarro y Juárez (2006), se ha observado un incremento de las competencias de los estudiantes gracias al desarrollo de las características por el proceso mismo y por el trabajo en equipo con sus compañeros. Se observa que su aprendizaje es pertinente en la sociedad del conocimiento, para su vida práctica, que lo obtienen para toda la vida y se ha visto una menor tasa de deserción. Este modelo ha funcionado con más facilidad en centros universitarios que comienzan y pueden implementar el proceso desde el principio. Sin embargo, en los casos que se han puesto en práctica en Colombia los docentes elaboran muy bien los problemas que son significativos y relevantes en el caso de ABP, o propone los proyectos en el caso de ABP-OP para que los estudiantes los ejecuten y así obtengan los resultados positivos que se han observado. En los dos métodos se ha visto el incremento de la actitud de simetría y a la vez el respeto entre docentes y estudiantes

Igualmente, el trabajo en equipo ayuda a dilucidar el problema, a describirlo mejor y con más amplitud, a la confrontación y análisis de los resultados y a la valoración crítica de su trabajo. Según Hernández *et al.* (2015) el método “también abarca el proceso de meta-aprendizaje y el apoyo psicológico que los estudiantes pueden darse mutuamente” (p. 13). Sin embargo, a diferencia de los centros educativos en los que, desde el principio de su creación, presentaron los planes de estudios de tal manera que los estudiantes orientaran los procesos de aprendizaje, el trabajo en Colombia es más dispendioso porque se debe implementar paulatinamente. En ambos casos, si bien es cierto que el centro del proceso lo ocupan ellos, también es verdad que los docentes tienen una participación importante y definitiva en la guía, dada su experiencia y capacidad para orientar el proyecto, especialmente cuando es necesario tomar correctivos.

Específicamente, la universidad de Aalborg, expresan Hernández *et al.* (2015), estableció su modelo ABP-OP en todas sus facultades. En esta universidad se ha desarrollado un proceso en el que todos los estudiantes trabajan en equipo, con cuatro o cinco de ellos, a la vez, y son supervisados por un docente. En este caso los discentes preparan un informe semanal sobre el tema que están desarrollando. Los temas para los proyectos son sugeridos por los estudiantes o por los profesores. Al respecto, en los diferentes programas revisados se observa que el trabajo del proyecto ocupa cerca del 50 % del tiempo del curso y el otro porcentaje lo ocupan desarrollando contenidos que pueden servir de apoyo al tema del proyecto. Sin embargo, la extensión en el tiempo y su intensidad están en función de la importancia y profundidad del proyecto.

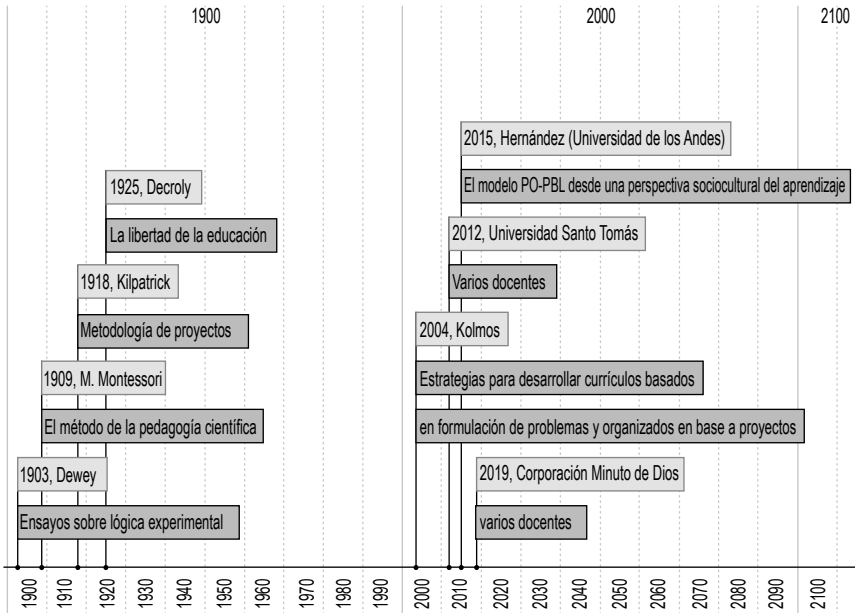
En el proceso del método ABP-OP, los estudiantes normalmente desarrollan un empoderamiento que hace que ellos tomen confianza, construyan capacidad de dirección y sientan una mayor motivación. Los participantes estudian a fondo el problema, visitan los sitios necesarios, revisan lo que existe, proponen soluciones y al final del curso, presentan el informe oral o preferiblemente por escrito. Este es evaluado por el supervisor y otro docente, casi siempre. Sin embargo, la valoración se hace de forma continua durante todo el semestre.

Para escoger el tema, una alternativa es que los estudiantes lo hagan, dentro de un rango de opciones suministrado por los profesores, los cuales reflejan los principales aspectos del currículo del semestre. Según Hernández *et al.* (2015), los estudiantes comienzan con la problematización, a la que le dedican un buen tiempo para observar y describir las diferentes aristas del problema e intentan resolverlo, a través de un proyecto, y allí inicia el proceso de aprendizaje, que normalmente dura un semestre. Es conveniente repetirlo durante todo el programa para seguir profundizando en contenidos disciplinares, con nuevos proyectos.

Igualmente, en estos otros proyectos pueden cambiar de roles y con nuevas perspectivas enriquecen mucho más su aprendizaje. Así, los estudiantes tienen los tiempos y los espacios para reflexionar sobre la forma en que los aplicarán en su profesión, denominado este proceso como de ejemplaridad. Es recomendable que se estudien problemas auténticos, que se puedan ver en el contexto y cuando se busquen los conceptos o se investiguen en libros, artículos y otros proyectos semejantes, los estudiantes tienen una mayor comprensión teórica.

En el mismo sentido, este modelo mejora los niveles de aprendizaje porque integra los elementos teóricos con la experiencia del contexto (Freire y Faundez, 2018). Así, los estudiantes ganan más experiencia y mayor comprensión de los temas establecidos en su currículo y tienen al cabo del tiempo un mejor nivel de recordación (Ruiz *et al.*, 2006). Para Zemelman (2015), con esto se privilegia de una manera importante la formación del sujeto, se le proporciona más autonomía, sobre todo cuando se tienen en cuenta los procesos históricos. Según Covey (2013), también se aporta a la formación autónoma, dado que le permite al estudiante tomar decisiones con base en un propósito y lo hace mejor si tiene como base el proyecto de vida. En la figura 2 se presentan unos hitos importantes de aportes al método de proyectos.

Figura 2. Unos aportes al método de proyectos, 14, 12, 20



Dos tipos de trabajos por proyectos y objetivos de aprendizaje

El método ABP-OP tiene dentro de sus potenciales dos posibilidades: una de proyectos por disciplinas y otra de proyectos por problemáticas. En la primera, tiene una alta participación del tutor, dada la especialidad en la disciplina. Sin embargo, cada equipo tiene la libertad de elegir los proyectos específicos, a partir de un problema, dentro del marco definido por la disciplina (Kolmos, 2004). Así, se tiene en ingeniería civil un ejemplo típico que es la falta de agua para una población determinada. El objetivo central es que los estudiantes aprendan la elaboración de estudios y diseños para la construcción de un acueducto. Los estudiantes deben analizar a fondo el problema, ver todas sus variantes, analizar sus causas, conocer el estado del arte, analizar la justificación y proponer objetivos.

En este tipo de proyectos, con la orientación del docente, cada grupo puede ir trabajando en una opción diferente, con base en sus indagaciones, revisión de otros proyectos y análisis de la teoría pertinente: suministro de agua de escorrentía de su cuenca, otro puede proponer traer agua de una cuenca diferente, propuesta para tomar agua subterránea, tratamiento de aguas servidas, entre otras opciones (Araque-Niño *et al.*, 2020). Con todos los elementos de un buen proyecto, incluyendo los principales conceptos, la definición de la metodología y mediante un cronograma, los estudiantes inician el desarrollo de su investigación.

En lo posible, todos los grupos deberán incluir un objetivo que permita promover la preservación o recuperación de los páramos, de las cuencas retenedoras de agua y que serán vitales para este tipo de proyectos, por disciplinas. De esta manera, se pueden citar ejemplos para geotecnia, para pavimentos, disposición de residuos sólidos, construcción de edificaciones, entre otros aspectos en la ingeniería civil (Perico-Granados *et al.*, 2019). Las opciones son similares para cualquier ingeniería, con base en cada problema o contenidos de las diferentes asignaturas.

Para Kolmos *et al.* (2013), en el tipo de proyectos por problemas el proceso es un tanto diferente, dado que la misma problemática señala la definición de disciplinas, los métodos y las metodologías que se utilizarán. Entonces, para el estudio de un tema, como el del clima laboral, los diferentes equipos de trabajo podrán trabajar con disciplinas, métodos y procesos diferentes. Es tanto como tener el balón para jugar, pero no se ha delimitado la cancha y no se han puesto las reglas de juego.

Al contrario de lo que sucede en el tipo de proyecto por disciplina, allí la cancha está demarcada, existen las reglas del juego, pero no está el balón; el grupo debe buscar la pelota y debe iniciar el juego (Jamison *et al.*, 2014). Sin embargo, ambos tipos de proyectos están orientados a una problemática, dado que esta dirige el desarrollo del proyecto. Cuando involucra estudiantes de varias profesiones es esencial que los objetivos de aprendizaje y de competencias sean diferentes, para cada programa.

Para Kolmos (2004), los objetivos de aprendizaje conducen el proyecto desde la etapa de planificación y la ejecución hasta la evaluación del mismo. Esta actividad, igualmente, sucede con la tutoría permanente del docente, tanto para la preparación de las reuniones, el análisis de resultados como para la obtención de las conclusiones. Consiste en establecer los principales aspectos que deben aprender los estudiantes, con base en el desarrollo del proyecto. El tutor está pendiente para revisar los avances del proyecto, el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje principales, el cumplimiento de metas que conducen a estructurar el perfil profesional y las necesidades de ajustes. El ejercicio es igualmente importante para que relacionen su proyecto con los objetivos de aprendizaje más generales. Así, ellos toman conciencia de lo que realmente se quiere que aprendan.

Cuando se cumplen estos objetivos, los estudiantes obtienen una gran comprensión del problema y sus potenciales soluciones y a la vez adquieren competencias muy superiores, que con los métodos tradicionales. Esto se logra porque existe una relación directa entre los métodos de enseñanza, la profundidad en el aprendizaje y su propia complejidad. Sin embargo, la cantidad de contenidos que se ven son un poco menores, pero con una construcción del conocimiento mucho más significativo. Entonces, es necesario que los estudiantes aprendan a cubrir estas posibles lagunas.

Temas, tipos y propuestas de proyectos

Existen muchos temas que se abordan en una profesión y estos son los marcos generales para los proyectos. En los temas pueden interactuar aspectos humanos, sociales, ambientales y económicos. Al respecto pueden existir muchos tipos de temas por disciplinas, por problemas e interdisciplinarios como el medio ambiente, el campo laboral y procesos de aprendizaje, entre otros. Igualmente, las propuestas de proyectos pueden derivar de otros que están formulados como macroproyectos de los docentes o pueden ser propuestos por los estudiantes. Para Valero-García y Navarro (2006), lo importante es que estas propuestas deben inspirar y motivar a los estudiantes

y es necesario que tengan la extensión apropiada para cubrir los contenidos que se tratarán. Con base en los contenidos del curso, el docente propone los problemas para estudiar y resolver. Los enunciados pueden ir desde esta opción que propone el docente, en que queda totalmente determinado lo que se debe aprender y lo que se debe producir, hasta los semestres más avanzados en los que los estudiantes pueden formular incluso los objetivos de aprendizaje.

En este último caso, los estudiantes comienzan el proceso de investigación, van a desarrollar el trabajo de campo y hacen los estudios pertinentes, su análisis de resultados y obtienen sus conclusiones. El camino tomado por los grupos normalmente es diferente, dado que cada uno, con base en su particular estudio del problema, elabora sus propios objetivos de aprendizaje y sus objetivos para resolver el problema. De otro lado, en los primeros semestres el proceso es un poco más cerrado porque se establece casi todo lo que hay que hacer para aprovechar el proceso de aprendizaje. Según Valero-García y Navarro (2006), se establecen las entregas, con sus características de calidad y las fechas para las mismas. Estas pueden estar en forma de rúbrica con los criterios definidos en puntos contra el nivel de calidad cuando está bien, regular o mal elaborado el proceso y el producto. Este proceso ayuda mucho sobre todo para verificar los objetivos de aprendizaje y el proceso de mejoramiento para los otros productos. Igualmente, fortalece el proceso de coevaluación y de autoevaluación.

Para Valero-García y Navarro (2006), en el semestre intermedio se propone un proyecto que sea ambicioso, que rete las capacidades de los estudiantes, para que se motiven más. Ellos deberán estructurar sus proyectos de modo que permitan visualizar otros aspectos atractivos y diferenciadores de los otros proyectos. Así se generarán principios de autonomía y las entregas serán similares al curso de los primeros semestres, incluso con rúbricas parecidas, con la adición de calidad de los aspectos diferenciadores de los otros proyectos. Finalmente, en el curso de semestre avanzado se puede proponer que sea la elaboración, desarrollo y evaluación del

proyecto, mediante un concurso, con unas bases definidas. Allí pueden estar presentes el tamaño y la complejidad del problema a resolver, la efectividad de las soluciones estudiadas, desarrolladas y ejecutadas y los criterios para la evaluación de los proyectos. Sin embargo, los estudiantes pueden proponer variaciones a los criterios del concurso.

Según Jamison *et al.* (2014) tanto los unos como los otros deben estar enmarcados dentro de lo presupuestado por el docente. Para ello es indispensable que se describa con claridad la propuesta, que sean de actualidad en lo posible, con una orientación sobre el estado de la cuestión, alineado con los objetivos de aprendizaje y que se pueda trasladar a otros ejemplos de proyectos. Sin embargo, se requiere amplitud para permitir el desarrollo de la autonomía de los estudiantes.

La planeación del trabajo por proyectos

Según Kolmos *et al.* (2013), para cumplir con los aspectos didácticos y con los objetivos de aprendizaje en su formación y como profesionales debe establecerse un proceso de planificación. Esta es una diferencia importante con los sistemas de formación tradicionales. Al respecto, el grado de libertad para seleccionar problemáticas depende de los objetivos profesionales, dado que no siempre es suficiente la experiencia, el interés y la capacidad de dirección de los participantes. Valero-García y Navarro (2006) aseguran que los estudiantes deben actuar desde la planificación, con lo que aumenta el grado de motivación proporcionalmente con las decisiones que ellos puedan tomar. Pueden construir sus propias impresiones, desde el principio a partir de sus reflexiones, especialmente en sus espacios libres.

A la etapa de planeación sigue la ejecución y luego la evaluación del proyecto. Sin embargo, se tienen en cuenta de forma prioritaria los objetivos profesionales de aprendizaje, los temas que se están trabajando, los tipos de proyectos que se implementan, las propuestas de los proyectos y los proyectos en sí mismos. Lo ideal es que en la etapa de planeación se

tengan presentes y luego se cumplan en términos similares, para obtener la mayor efectividad posible en el aprendizaje de los contenidos de una o varias asignaturas.

En la etapa de planeación se requiere establecer la formación de los grupos de trabajo, su tamaño y definir los criterios de conformación. Según Valero-García y Navarro (2006), se requiere precisar los parámetros de enunciados de los proyectos, decidir el plan de trabajo de los estudiantes, definir los objetivos de aprendizaje y el grado de libertad de los discentes. Estos aspectos cambian en la medida que los participantes tienen un mayor desarrollo en su plan de estudios, para optimizar el crecimiento de su autonomía. Así, en los primeros semestres tienen un plan de trabajo muy supervisado, y en los últimos, hay mayor indefinición para que tomen decisiones y promuevan la construcción de su propia autonomía.

La planeación es esencial para promover la autonomía de los estudiantes, dado que se pasa de un escenario en que los profesores tienen totalmente establecidas las tareas a ejecutar, hasta en que los procesos como los objetivos, los tiempos de ejecución y los productos para entregar los definen los estudiantes. En este último caso, los discentes deciden los objetivos de aprendizaje con los que serán evaluados, para estructurar a fondo el valor de la autonomía. De otro lado, un aspecto esencial en el trabajo en equipo, y para que se puedan desarrollar proyectos ambiciosos, es el del trabajo cooperativo. Este se entiende y se utiliza para dividir los temas que se van a estudiar, especialmente los nuevos, entre los tres estudiantes de cada grupo, para que en ellos cada uno se vuelva experto y luego comparta la construcción de sus conocimientos con los otros dos compañeros.

El proceso es válido cuando todos los grupos van a desarrollar proyectos muy similares. Según Valero-García y Navarro (2006), en este trabajo cooperativo se reparten los temas entre ellos y cada uno estudia a fondo el que le correspondió. Luego el docente promueve una reunión de “expertos”, que son los estudiantes a quienes les correspondió estudiar los

mismos temas y comparten dudas y llevan a cabo ejercicios de profundización. Cada estudiante prepara una explicación para sus compañeros de grupo, junto con material de apoyo, como ejercicios. Entonces, en la reunión de cada grupo, cada experto en el tema explica su tema y comparte sus ejercicios. El grupo desarrolla ejercicios de integración de los tres temas, promovidos por el docente, con base en los cuales se lleva a cabo la evaluación de conocimientos mínimos de los tres temas

Al respecto, todos los estudiantes no van a aprender lo mismo y con la misma intensidad, para que los proyectos se optimicen y se pueda ver la integración del trabajo en equipo. Este valor se puede observar como la construcción sobre las fuerzas de los otros y a la vez la compensación de sus debilidades. En el ejercicio propuesto, en el primer escenario de la asignatura de primer semestre y en el segundo, del curso intermedio, los ejercicios de integración pueden ser básicos e iniciados por el docente y luego los integrantes del equipo lo concluyen en sus reuniones semanales. Siguen otros tres ejercicios de ampliación, uno por cada miembro del grupo, para consolidar los conocimientos. En el escenario del curso avanzado ocurre un procedimiento parecido, junto con la mayor amplitud que le da la autonomía en la construcción del conocimiento, dentro de los parámetros de los objetivos de aprendizaje definidos al principio, conjuntamente con el docente.

Las estrategias de cambio

Kolmos *et al.* (2013) insisten en que es más fácil desarrollar los cambios con el método ABP-OP en carreras nuevas que en las que ya están funcionando. En estas se requiere de mayores desafíos profesionales y pedagógicos, en los que se necesita aprender a resolver los conflictos que, específicamente, en este proceso se encuentran con mayor frecuencia. Desde luego que se han encontrado casos exitosos, logrados con un gran esfuerzo. En términos generales, entre las motivaciones para el cambio están las externas a la institución, que son las más frecuentes, o las internas, que son muy escasas.

Según Kolmos *et al.* (2013), entre las primeras se puede tratar de evaluaciones externas o el interés de atraer estudiantes con la creación de un perfil pedagógico especial, incremento en la calidad de las carreras y disminución de los porcentajes de ausentismo, mortalidad y deserción. En este aspecto, Colombia tiene un promedio de deserción del 49 %, que en el nivel de América Latina está por encima solamente de Argentina y de Cuba. En Boyacá la deserción está en cerca del 38 %, por debajo del promedio nacional (Guzmán *et al.*, 2009).

Los cambios se generan con un mayor grado de cumplimiento de lo propuesto cuando se comprometen y asisten los directivos, los docentes y en general, la organización o comunidad educativa. Para Jamison *et al.* (2014), cuando solamente se capacita a los docentes, es posible que se genere un cambio, pero con la alta probabilidad de que solamente se haga de manera muy parcial y por poco tiempo. La efectividad se produce cuando la dirección toma la decisión con unos profesores, a pesar de la resistencia de los otros. Con la insistencia, la dirección puede convencerlos o imponerse. De todas maneras, la mejor manera en que los cambios se pueden llevar a cabo, de forma permanente, es mediante la promoción de estos dentro del grupo docente con motivación, con gran compromiso y energía.

Según Jamison *et al.* (2014), el proceso de formación para los estudiantes, con el método ABP-OP, puede demorarse entre seis meses a un año, cuando los estudiantes hacen la transición de la secundaria a la universidad. Esta estrategia siempre debe despertar interés o de lo contrario, puede complicarse mucho el proceso. En varias universidades se ha acogido con tanta vehemencia que incluso se han construido nuevos edificios para implementar el proyecto. Igualmente, en los programas existentes se puede iniciar el cambio de forma paralela, en la cual coexisten los dos métodos: el tradicional y el de ABP-OP. De esta manera, se pueden implementar los cambios que se quieran. Sin embargo, cuando se pretenden cambios en programas existentes, el proceso es casi siempre conflictivo. Se puede hacer involucrando a todos los profesores con la promoción de nuevos programas, como se ha hecho en Holanda en la Universidad de Twente y en Bélgica en la de Louvain.

Competencias en las personas y transformaciones en el medio

Se toma el concepto de competencias de forma amplia, más allá de las únicamente formales, laborales, de las solas habilidades, y que están relacionadas apenas con el crecimiento económico. En cambio, para De Zubiría (2014), estas competencias están relacionadas con el desarrollo humano, con las capacidades para aprender a vivir con otros seres humanos en la parte cognitiva y afectiva y con responsabilidades con el mundo. Son parte esencial de las democracias que requieren de hombres pensantes, críticos y con alta capacidad de análisis. Corresponden al desarrollo de uno de los órganos centrales del ser humano como es el cerebro, diseñado para crear y soñar, para generar ideas creativas y acciones novedosas, orientadas a resolver las dificultades del prójimo en todos sentidos. Estas competencias pueden realmente llevar a cabo transformaciones importantes para el desarrollo humano.

De Zubiría, (2014) dice que parte central de la educación es la de desarrollar el pensamiento y promover el crecimiento en todas las facetas del ser humano. Con estos aspectos trasciende a la propuesta de Bogoya (2007) de aprender a hacer en contexto. En consecuencia, las competencias se entienden como aprendizajes integrales, porque involucran todas las dimensiones del hombre, expresadas en diferentes contextos. De esta manera transforman el sujeto e impactan el desarrollo, mediante los aprendizajes flexibles.

Igualmente, las competencias humanas permiten una mejor interacción y desarrollo de las personas. “La tarea de la educación es ofrecer precisamente lo que la naturaleza no puede proporcionar, a saber: la habituación del individuo al control social; la subordinación de los poderes naturales a las reglas sociales” (Dewey, 2001, p. 107). Son aspectos que la formación en la universidad debe proporcionar como aspecto central para que ellos puedan vivir en comunidad, como competencias para que cada vez sean mejores seres humanos.

En este sentido, se obtienen mejores resultados con el uso positivo de las capacidades individuales congénitas en acciones con sentido social. Las competencias humanas no han sido tenidas en cuenta por la universidad: “Las disposiciones de la educación superior, no solamente las ha descuidado, sino que las ha considerado con menosprecio y por debajo del nivel de la preocupación pedagógica (Dewey, 2001, p. 107). Al respecto, existen tanto directivos como docentes y estudiantes que centran su interés en solamente la formación para las acciones instrumentales de su profesión.

Para que el cambio se lleve a cabo, de forma apropiada, para que existan desarrollos que transformen positivamente el entorno, se necesita la construcción promovida de estas competencias en los profesores. Kolmos (2004) resalta como factores esenciales “las actitudes de los profesores frente a la enseñanza y al aprendizaje y las condiciones culturales y organizativas” (p. 90). En las universidades de Aalborg y de Cataluña las transformaciones en el sistema fueron claves para los procesos de cambio, pero lo central fue la percepción del aprendizaje y las competencias desarrolladas por parte de los docentes.

Ellos vieron sus enormes ventajas, especialmente a mediano y largo plazo, aunque en un principio las exigencias fueran mucho mayores. Allí se observó la necesidad de desaprender aspectos importantes de los procesos tradicionales y construir nuevos elementos para adecuarlos al método ABP-OP. En su investigación en 2004, Kolmos encontró, después de tres años de haber introducido cambios muy importantes en el sistema, que se tenían dos actitudes diferentes frente al aprendizaje: una actitud centrada en el profesor, y entonces los estudiantes utilizan solamente lo que se enseña en los cursos. Se entiende que el proceso es guiado por el profesor, con base solamente en los contenidos de las asignaturas. Una propuesta para resolverlo es que todos los contenidos sean explicados en forma de exposición y la extensión del trabajo del proyecto no sea tan largo (Kolmos *et al.*, 2013). La otra actitud está centrada en el estudiante, entendida en que el aprendizaje comprende los procesos del proyecto y los contenidos

del curso y que ambas son complementarias, “la tarea del profesor es guiar y ayudar a progresar y a construir el conocimiento” (Kolmos, 2004, p. 91). Las actitudes dependen de la forma de abordar el curso, por parte de los tutores. Sin embargo, para el cambio se requiere dejar las formas de enseñanza tradicional y aprender unas nuevas. En ello se deben tener en cuenta los principios de elección de materia para la enseñanza de curso y la formulación de propuestas de proyectos.

Para Valero-García y Navarro (2006), con base en las investigaciones que se han desarrollado, especialmente por la forma colaborativa en que se trabaja, se aprende a descomponer los objetivos en tareas, distribuir su ejecución de manera equitativa y luego integrar sus resultados, los cuales son realmente muy atractivos. De esta manera, los estudiantes aprenden a respetar los plazos pactados para las entregas, son capaces de resolver los conflictos que se presentan entre los compañeros y pueden llegar a acuerdos con más facilidad.

Aunque los resultados y sus bondades son observables, en casi todos los aspectos que se analizan, es importante precisar que se requiere de un trabajo mucho más elevado tanto por parte de los docentes como de los estudiantes. Aquellos necesitan aprender nuevas habilidades y reorganizar sus contenidos para presentarlos con base en los proyectos que van a estudiar durante el semestre. Por otro lado, los estudiantes requieren de continuidad para que las competencias se puedan cimentar, dado que no siempre en la primera oportunidad logran los objetivos de aprendizaje. Es recomendable hacerlo en lo posible en toda la carrera, dado que si solamente se hace en unas asignaturas de pocos créditos es muy probable que no consiga los resultados que se están buscando.

Igualmente se ha encontrado que los procesos exitosos se han llevado a cabo en donde todo el programa está diseñado e implementado en ABP-OP e incluso toda la universidad. De esta manera, se optimizan recursos como ha sucedido en la Universidad de Aalborg. Sin embargo, hay la posibilidad de que en asignaturas secuenciales se promueva su aplicación para

adquirir las habilidades y construir los conocimientos, aunque de manera muy limitada (Valero-García y Navarro, 2006). Se destaca el desarrollo de la autonomía que se consigue aún con el trabajo parcial de asignaturas, especialmente cuando se lleva a cabo en actividades en equipo o con grupo de estudiantes. Al respecto, los resultados de mayor autonomía se consiguen en las ciencias naturales, pero es posible potenciarlos en todas las áreas.

Nuevas culturas y roles

El cambio se genera en los métodos de enseñanza, en la cultura y en la comunidad educativa en general. Se amplía el cambio en la planificación y ejecución de los proyectos por grupos de docentes y para ello es esencial la colaboración entre ellos y con mayor razón cuando son de diferentes disciplinas. A la vez la relación debe ser más flexible por las reuniones extras que son necesarias y disponibilidad en la ayuda entre ellos. Para Kolmos (2015), los obstáculos se pueden superar con base en los debates permanentes y respetuosos, con la experiencia en los procesos, la motivación y el compromiso para el cambio y sobre todo con la fe en el proceso.

A veces requiere compartir elementos, recursos y reorganizar procesos y procedimientos (Jamison *et al.*, 2014). En la formación de los ingenieros y de los arquitectos se observa como un excelente ejemplo en el desarrollo e incremento de la autonomía y el aprendizaje colaborativo (Schön, 2003). Para Valero-García y Navarro (2006), las heteroevaluaciones continuas, especialmente en los momentos de trabajo, como las autoevaluaciones son acciones indispensables para revisar el avance de los cambios. Se toman los correctivos, con base en ellas y, así, los docentes comienzan a creer cuando ven realmente los aspectos positivos, al finalizar las primeras promociones.

Al respecto, se requieren procesos que contribuyan al cultivo de nuevos hábitos, reemplazando los viejos, para que se puedan involucrar nuevos paradigmas (Covey, 2013). Para Dewey (2001), “los poderes naturales o congénitos proporcionan las fuerzas iniciadoras y limitadoras en toda educación; pero no ofrecen sus fines u objetivos. El aprender no es asunto

de la floración espontánea de los poderes sin cultivar” (p. 103). En este sentido, la educación en general y los maestros tienen la tarea de motivar a los estudiantes, haciendo ver a ellos sus intereses, precisando sus fines y promoviendo el desarrollo de su disciplina, con nuevos paradigmas que sean más efectivos. De la misma manera, el desarrollo de las facultades de la persona está en función del uso, dedicación, planeación y constancia para su crecimiento.

Sin embargo, para el mismo Dewey (2001), “hay un desarrollo independiente y espontáneo de las facultades y órganos congénitos. Este desarrollo puede darse sin tener en cuenta el uso al que se dediquen” (p. 103). De todas maneras, es una de las funciones de la educación establecer los intereses y las facultades de los estudiantes para promover su camino de la forma correcta y, para ello, es conveniente hacerlo desde los primeros semestres. En este sentido, la función del medio social es dirigir el desarrollo dedicando los poderes o facultades a su mejor uso posible.

Perspectivas en la formación pedagógica

Promover las competencias en el proceso es esencial para los docentes, lo que les permite a ellos, en primer lugar, tener un lenguaje común. Kolmos (2015) afirma que se deben incluir todos los aspectos desde la planeación, ejecución y evaluación, teniendo presente el rol de los estudiantes y el de los profesores. En Aalborg existe un centro dedicado específicamente a diseñar y desarrollar la formación docente. Todos los docentes ayudantes deben tener orientación y supervisión en la ejecución de sus labores profesoraes. La formación pedagógica exige mucho tiempo del docente nuevo, actividad que supera las ciento setenta y cinco horas laborales al mes, en esa universidad.

De otro lado, la formación obligatoria contribuye mucho en el éxito del proceso para que todos los docentes estén trabajando con el mismo norte (Jamison *et al.*, 2014). Una parte de la formación consiste en el entrenamiento, con ejemplos reales, sobre el método ABP-OP. Adicionalmente,

Kolmos (2015) asegura que contribuyen a construir de forma apropiada las tutorías de grupos por proyectos, la redacción de su propio portafolio de docencia, la supervisión por parte de un colega experimentado y la reflexión sobre la teoría a partir del desarrollo de la práctica.

Entre los propósitos de la capacitación están que el profesor conozca la teoría sobre los modelos pedagógicos y didácticos, para mejorar los procesos de aprendizaje. Según Kolmos (2015), una parte central está en la adecuada combinación de los fundamentos teóricos, su análisis y reflexión y las experiencias de las prácticas educativas. Al respecto, para Perico-Granados y Perico (2015), el conocimiento y desarrollo de didácticas profesionales tiene un papel muy importante en el curso. Con estas experiencias, el nuevo docente va adquiriendo la práctica suficiente y la autonomía necesaria para dirigir los procesos de aprendizaje.

En Aalborg se llevan a cabo capacitaciones por cerca de tres meses, con un aporte de los profesores de diez a doce horas a la semana. Según Kolmos (2015), ellos tienen dos tutores: uno por el centro en formación pedagógica y otro, que es práctico, por la facultad respectiva. Ambos, con una actitud positiva contribuyen mutuamente en su formación. Se aprovecha para involucrar a docentes experimentados en la formación. Cuando se promueve la participación de ellos como expertos, se motivan mucho más en desarrollar estos procesos de capacitación. En especial, porque luego van a supervisar a los docentes nuevos y entonces deben conocer los fundamentos pedagógicos y didácticos. En este sentido, la motivación para aprender sobre pedagogía universitaria es muy alta.

Al respecto, para Jamison *et al.* (2014), la formación es siempre obligatoria, no es potestativa del docente y los resultados se aprecian de forma evidente. Su participación en el curso les permite tener competencias básicas para desempeñarse en los procesos pedagógicos con una mayor solvencia. Adicionalmente, se ofrecen talleres sobre ABP, supervisión y tutorías para el aprendizaje, de manera periódica. Igualmente, además de formación

obligatoria se ofrecen cursos intensivos y talleres, por parte del centro, para profesores de tiempo completo y para estudiantes de doctorado. Todos los cursos, talleres y conferencias apoyan la formación docente profesional, de un currículo basado en el método ABP-OP. El propósito es orientar al docente nuevo para que se inserte en la cultura existente sobre los métodos de trabajo. Sin embargo, se hace mucho énfasis en la reflexión que se desprende de la práctica pedagógica.

De acuerdo con Kolmos *et al.* (2013), dado que muchas veces se contratan docentes inexpertos en el proceso y que además se requiere un continuo aprendizaje, entonces es indispensable dar mucha prioridad a los procesos de formación de los profesores. El docente y la cultura son esenciales en la formación con el método ABP-OP, sin embargo, el sistema también es importante. El rol del docente es mucho más el de un guía, de un orientador del proceso, de un asesor, dejando de lado la postura del experto, solo con altos conocimientos enciclopédicos.

Otros elementos esenciales del método ABP-OP

La experiencia educativa con base en el método ABP-OP deberá ser una actividad auténtica, en la que los estudiantes estén interesados. Para Hernández *et al.* (2015), es una experiencia de la vida real, que se encuentra en el entorno o que conocen como problema los estudiantes y que está directamente relacionada con la vida profesional de ellos. Es necesario evitar los problemas que se proponen a veces y que supuestamente se presentan en condiciones ideales. Igualmente, el problema debe motivar el pensamiento de los estudiantes, a partir de unos aspectos que ellos ya conocen y otros desconocidos que estimulen el pensamiento. Según Perico-Granados *et al.* (2016a), el profesor estará atento para buscar problemas que los estudiantes conozcan, que despierten su interés para profundizar en ellos y encontrarles solución. Sin embargo, es conveniente que los estudiantes escojan los problemas, que son cercanos a ellos, con la orientación del docente, para poder cumplir los objetivos de aprendizaje.

Igualmente, los estudiantes deben tener la información y la facilidad para observar el problema desde diferentes ángulos. Así, ellos pueden revisar lo ejecutado en anteriores investigaciones y lo abordado por otros autores. Según Hernández *et al.* (2015), el combustible del pensamiento realmente son las acciones, los hechos, los acontecimientos y las relaciones entre las cosas, mucho más que las solas ideas. Para Perico-Granados *et al.* (2017b), las experiencias permiten comprender lo que ha ocurrido y los hechos actuales; de esta manera, pueden ofrecer elementos para construir el mundo que vendrá si se reflexiona y se contrasta con los conceptos. Al respecto, las experiencias incluyen tanto las presentes como las pasadas, dado que son sociales y acumulativas, para que sea posible intentar resolver los problemas de hoy y los del futuro.

De otro lado, en el proceso del estudio del problema de forma amplia, responsable y ordenada les permite a los estudiantes proponer soluciones posibles, en la dirección correcta. Dado que la educación es crecimiento, entonces, con la apropiada orientación del docente se les proporciona la dirección adecuada, en ese incremento de la construcción del conocimiento. De modo que, estas ideas nuevas que tienen los estudiantes requieren comprobación, a partir de su aplicación o de que sean puestas en práctica con sus medios y con sus dispositivos, lo que les permite confirmar su validez y establecer su significado.

Según Perico-Granados *et al.* (2016a), los estudiantes pueden criticar su trabajo y validar lo pertinente del proceso. En las diferentes vertientes del método se precisa la importancia de revisar los datos, las cifras, las estadísticas que hacen visible el problema y evaluar las posibles soluciones, más que solo acumular conocimientos. En todo el proceso el rol del maestro es importante, aplicado al método, superando la acción de dispensador de información y de la verdad absoluta para orientar el proceso de la construcción del conocimiento, mediante una actitud alerta, todo el tiempo.

Los aspectos positivos del ABP y del ABP-OP están presentes en las investigaciones hechas en diferentes universidades. Se ha observado específicamente en los estudiantes, en el incremento en cantidad y calidad de la construcción de los conocimientos, su capacidad de memoria pertinente, el desarrollo de la curiosidad intelectual, el manejo y selección de información, capacidad de argumentación y expresión en público, trabajo en equipo y la contribución en la formación crítica, entre muchas más. Sin embargo, en preciso estar alerta, especialmente, por parte de los profesores, en el cumplimiento de los requisitos mínimos y de los estándares de calidad, que hacen posible el cumplimiento apropiado de estos métodos.

Principios que orientan el proceso ABP-OP

El método de proyectos, ABP-OP, se define como un aprendizaje basado en el estudiante, que se desarrolla en grupos orientados por el docente y que parte, como elemento esencial, de los problemas que se estudian, especialmente, cuando se tienen en el contexto. Con base en estos se construye el conocimiento con más efectividad. Para Kolmos *et al.* (2013), existen varios modelos que se han venido desarrollando según se perciba la construcción del conocimiento, el proceso de aprendizaje orientado a su desempeño profesional, el grado de construcción y definición del problema visto de forma interdisciplinaria, las características de los estudiantes y la importancia dada a los exámenes orientados a las competencias críticas. En este sentido, se ha encontrado que los modelos, los procesos y la metodología varían, según se trate de la universidad que lo practica, la dedicación y el compromiso.

Este proceso se ha dado como un desarrollo pragmático en el que el ensayo y el error han incidido de manera importante. Tiene como acción predominante en esta fase la construcción del conocimiento en la práctica, más que el desarrollo teórico o la teorización. Sin embargo, para Valero-García y Navarro (2006), cada vez toma interés e importancia el desarrollo

teórico, dado que él le genera el aporte en la construcción de los objetivos comunes, la sustentación y la validez para el método. Igualmente, Kolmos (2015) afirma que el proceso de teorización es cada vez más importante en la construcción del conocimiento para la formación de la experticia sobre el tema. Al respecto, se ha encontrado que la adecuada combinación de la teoría y de la práctica contribuyen en la óptima construcción del conocimiento.

Para Jamison *et al.* (2014), las universidades de Suecia, Holanda y Canadá se han centrado más en el aprendizaje basado en problemas, y las de Dinamarca se han centrado más en el trabajo basado en proyectos a partir de los problemas. A pesar de que tienen muchos aspectos similares, especialmente la estructura de principios teóricos de aprendizaje, existen varias diferencias entre ellos. Estas se observan en cuanto a la orientación para la construcción del problema, el grado de interdisciplinariedad, de ejemplaridad, de extensión, duración y ubicación de los estudios. En este sentido, se ha encontrado que el método de problemas es una etapa primaria del de proyectos, dado que este se estructura de forma más sólida y con mayor cantidad de componentes.

Una propuesta para la definición del método ABP-OP es que se parta de los niveles generales para poder incluir posteriormente los aspectos particulares, de cada una de las variantes que se puedan presentar, cuando sea necesario. Así se tienen, tomando de distintas teorías y de diferentes universidades, que han venido practicando estos métodos, el ya clásico en la pedagogía activa, “aprender haciendo, aprender usando la propia experiencia, trabajar con otros, fuerte relación entre la teoría y la práctica, la interdisciplinariedad y la ejemplaridad” (Hernández *et al.*, 2015, p. 5). De esta manera, se puede observar la inclusión de los principios esenciales para el aprendizaje, derivados de la teoría. En este sentido, con base en el autor que se esté revisando, aparecen varios principios que son básicos en los procesos ABP-OP y que en la mayoría de los casos son comunes.

Sin embargo, para Hernández *et al.* (2015) expresan que los principios esenciales son la orientación hacia los problemas, la interdisciplinariedad, los estudios direccionados por los participantes y el de ejemplaridad. En cambio, para Kolmos (2015), los principios se fundamentan en el aprendizaje basado en la formulación de una problemática, en la manera de la elección y dirección por parte de los participantes, la experiencia, las actividades que se desarrollarán, la interdisciplinariedad, la ejemplaridad, la relación entre teoría y práctica y el trabajo en equipo. En todos los casos es importante que los docentes participen en la toma de decisiones para adoptar los modelos de acuerdo con las circunstancias. Entonces, se tiene una relación de los principios cardinales, que engloban unas de sus principales tendencias, especialmente las que tienen orientación hacia los proyectos.

La problematización es la excusa para aprender

Tanto en el método basado en problemas como en el orientado por proyectos, la problematización es la excusa para aprender, es el punto de partida y es tal vez la parte más importante de ellos (Font Ribas, 2004). Una vez definido por el equipo de trabajo el tema, para comenzar el proyecto, es preciso iniciar el estudio del problema. En el método de aprendizaje basado en problemas, los docentes pueden presentar la problemática, con unas características, y entonces el estudiante verifica qué tanto sabe de esta y cuánto le hace falta por descubrir, averiguar y estudiar. Entonces, en este proceso inicia el aprendizaje y la construcción del conocimiento, con base en la familiaridad, el contexto y el pensamiento cotidiano en que se presente y que le genera motivación al estudiante.

En el método ABP, con las decisiones bien definidas sobre quiénes trabajan y estudian y qué partes del problema van a precisar, se desarrolla el proceso siguiente que es el de revisar, estudiar, conocer y construir el conocimiento que les hace falta. De forma individual hacen la tarea y luego socializan el conocimiento construido y regresan al punto inicial, con una construcción grupal excelente. Es esencial el trabajo docente desde

la planificación, definición de objetivos de aprendizaje, preparación de los problemas y procesos evaluativos. Para Font Ribas (2004), los profesores deberán estar capacitados en monitoreo de estudiantes y tener competencias para estimular el debate, generar preguntas provocadoras, que desafíen el pensamiento y cuestionen los argumentos. En la evaluación se complementan los diferentes procesos desde la autoevaluación, la coevaluación y la heteroevaluación. En este aspecto, los docentes se pueden ayudar de los portafolios, siempre que se les indiquen los requisitos mínimos y el procedimiento de construcción y del proceso continuo de valoración.

De otro lado, en el método ABP-OP, en la construcción del problema, se estudian todos sus elementos para verlo en su verdadera dimensión, con todos sus componentes, desde los cuales se delimita su campo de trabajo para el proyecto. Así, de esta manera, se pueden precisar los grandes propósitos y los objetivos, para encontrar una solución apropiada. Sin embargo, para Hernández *et al.* (2015), en el método ABP, en su proceso de construcción, se va refinando a tal grado que, en la acción investigativa, cuando se tiene bien definido el problema es porque ya está resuelto, de tal manera que el proyecto y el problema son inseparables. En este sentido, la construcción del problema se fundamenta en que se estudian dificultades actualmente relevantes, en contextos específicos y abordadas desde diferentes disciplinas porque permite conocer mejor la propia problemática.

Sin embargo, una buena construcción de un problema o problematización del proceso puede permitir la definición del mismo, de tal manera que precisa los aspectos que realmente son importantes para investigar. A partir de allí se pueden construir buenas soluciones para esa problematización. Corchuelo *et al.* (2006) denominan a un escenario parecido el “estudio de situaciones problemáticas contextualizadas” (ESPC). Los autores proponen que primero se haga una visita al contexto, tanto de los docentes como de los estudiantes, para recoger la información necesaria y analizarla e identificar la estructura del problema. Igualmente, plantea que la situación problemática sea cercana a los estudiantes o a los docentes. En este proceso,

los participantes se conocen a sí mismos, reconocen al otro, aprenden y se transforman a partir de la reflexión, la observación y el registro de sus acciones. Se puede hablar de una situación problemática contextualizada, para evitar la confusión con los ejercicios que a veces ponen los maestros en la formación tradicional. Esta situación se puede caracterizar por aspectos que preocupan para resolver las aspiraciones de una persona o de un grupo, en un tiempo y en un espacio.

Así se van formando los nuevos profesionales, con la formulación de problemas cercanos y saben que son capaces de abordar y encontrar soluciones para ellos. Adicionalmente, para Hernández *et al.* (2015), cuando los estudiantes eligen problemáticas reales en su contexto, toman las decisiones sobre los materiales y recursos para resolverlos, entonces, ellos actúan de manera semejante a los científicos. Según Font Ribas (2004), a pesar de las excelentes ventajas de los métodos, en ambos casos es necesaria la intervención adecuada y oportuna del tutor para evitar el parasitismo y el encubrimiento.

La comprensión de proyecto, con el método ABP-OP, está dada por la problematización, el estudio a fondo del estado del arte y los antecedentes, la justificación del desarrollo del proyecto y la formulación de objetivos para resolver los problemas. Con base en los conceptos relevantes tomados del título, de las preguntas y de los objetivos se establecen las definiciones principales que alumbran teóricamente el proyecto. Entonces, se propone una metodología que es la desagregación de los objetivos específicos en actividades y tareas y con el presupuesto y un cronograma se inicia la ejecución del proyecto. Una vez obtenidos los resultados del proceso se hace el análisis de ellos, con base en la contrastación con el marco teórico y se proponen unas conclusiones.

Tradicionalmente, en ingeniería se enseña a desarrollar proyectos con problemas bien estructurados y, entonces, las soluciones son relativamente fáciles para los estudiantes, normalmente dedicados a su proceso de aprendizaje (Schön, 2003). En cambio, en los procesos ABP-OP, los

estudiantes se motivan más a pensar en las diferentes preguntas (Kolmos, 2015). La realidad es distinta y la incertidumbre es la constante para resolver problemas de todo tipo en los contextos concretos, por lo cual, la formación reflexiva es esencial para los nuevos profesionales. Igualmente, en este método, por su alto contenido en formación crítica, tiene cercanía con la formación del sujeto, aspectos trabajados en la pedagogía contemporánea por grupos muy reducidos (Zemelman, 2015). Con una buena construcción del problema y con preguntas que cubren el espectro total de este, se selecciona el área de trabajo, a partir de una precisa delimitación, para saber en qué se va a trabajar.

En este sentido, todo el proceso de aprendizaje se lleva a cabo alrededor del proyecto, a partir del problema. De esta manera, según Hernández *et al.* (2015), se organiza el trabajo para elaborar el problema, por grupos, encontrar una solución en el plazo fijado por el docente e involucrar los elementos mínimos que se establecen al principio. Al final del curso se debe entregar el informe y hacer la sustentación respectiva. De acuerdo con Perico-Granados (2020a), se lleva a cabo el proyecto en un contexto social particular, con mayor nivel de aprendizaje. Igualmente, los estudiantes asimilan cómo desenvolverse en ambientes de trabajo fuera de la universidad, a actuar como miembros activos de la sociedad, a progresar en su profesión y a pasar en sus evaluaciones, y así, adquieren mucha seguridad porque potencian su capacidad para resolver problemas. De otro lado, una forma de aprender a hacer ciencia es experimentando por medio de proyectos, desde la problematización y sus soluciones, hasta la prueba de ellas; allí deben establecer sus procedimientos, analizar los datos, reformular preguntas y aprender a trabajar en equipo.

Por otro lado, en términos generales, los estudiantes y especialmente los ingenieros trabajan por proyectos. Incluso la denominación normal es la del proyecto de ingeniería. Sin embargo, cuando esto sucede se desarrollan los proyectos con base en una cimentación unidimensional casi siempre, como si el proyecto estuviera anclado en un problema muy bien

estructurado y solo en la disciplina. Para Schön (2003), en la realidad esto no es cierto, el mundo de la realidad tiene una alta incertidumbre, está lleno de variables y cuando los docentes conocen, se trabajan muchas competencias. Al respecto, la propuesta del método de proyectos contribuye desde un principio en estructurar muy bien el problema, estudiando las diferentes revelaciones del mismo, buscando todos los datos que lo hacen visible y con la mayor cantidad de cifras y estadísticas que se pueden conseguir. De esta manera, se puede seleccionar qué parte del problema se debe o se quiere resolver.

Lo ideal es que se tome la parte del problema que sea más representativa. Al respecto, tomando como referencia el diagrama de Pareto (o curvas de distribución), es como tomar los focos vitales, menos del 20 % de las acciones y del presupuesto que vale el proyecto, que a la vez apuntan a resolver el 80 % de los problemas. Antes, cuando no se conocía este método se podía hacer con la observación de una parte del problema, y fácilmente se caía en el error de actuar con base en el 80 % de las acciones y del presupuesto (muchas veces triviales) y que solo resolvían el 20 % de la problemática. Sin embargo, para Kolmos (2015), el progreso en el método se orienta más por las acciones que funcionan. Se observa qué no funciona y se cambia por rutinas que son apropiadas, aunque la mayor incidencia la han tenido los principios del aprendizaje y la práctica.

Con frecuencia, la problemática es cercana a la realidad, lo cual es recomendable, aunque puede no serlo y estar vinculado con un problema teórico. El proceso de la formulación del problema, tanto en los casos prácticos como en los teóricos, es una de las partes más importantes del aprendizaje, el cual comienza desde la construcción del conocimiento que se obtiene con el estudio de todos los aspectos que lo rodean. De todos modos, para Hernández y otros (2015), lo esencial es que el mismo proceso, para ver todos los tópicos del problema, fomente el aprendizaje y presente más interrogantes que certezas. Es mucho más enriquecedor y más interesante cuando un proyecto parte de un problema que tiene muchas vertientes y está fundamentado de distintas formas.

Entonces, como un plan de acción para instituciones de educación superior, con base en su plan de estudios, el educador interviene con la propuesta para resolver problemas. Según Dewey (2004), se deben promover y desarrollar líneas activas de interés para los involucrados. Cuando el estudiante encuentra las principales líneas de su programa, probablemente, con la ayuda del maestro, es capaz de encontrar propósitos para conseguir durante su etapa de estudios. Al respecto, el estudio y la construcción de problemas permite plantear soluciones reales, que conducen al estudiante a aprender de manera efectiva, con aspectos de su entorno. De otro lado, el acto de aprender o estudiar es artificial e inefectivo en la medida en que se presenta meramente a los estudiantes una lección. Así, se observa en unos casos en la educación superior, en donde se presentan especialmente en Ciencias Básicas, en Ingeniería Civil, asignaturas desconectadas de las otras, de los ejemplos y del plan de estudios.

Finalmente, en el caso en que el problema esté relacionado con el contexto, motiva mucho más al estudiante y mejora la comprensión del problema práctico y de la teoría (Kolmos, 2004). Lo más importante del método ABP-OP es el trabajo orientado hacia los problemas, dado que pertenecen a la actualidad y al contexto. Así comienza el estudiante con la formulación de un problema, el que puede ser construido cada vez mejor, con el avance de la investigación. Sin embargo, para Quintar (2008) existe el planteamiento para que la problematización sea más amplia e incluya la parte social y la parte política, aspectos que los docentes deberían tener en cuenta para ayudar a pensar el mundo que les espera a sus estudiantes. Al respecto, se propone que se estudie la colocación frente al mundo, con lucidez, con la lectura real de lo cotidiano, problematizando lo dado, buscando lo silenciado, por detrás de lo que está dándose como natural. Sin embargo, lamentablemente, los docentes no lo hacen porque les implica más tiempo y más compromiso.

El proceso de aprendizaje orientado por los participantes

El aprendizaje comienza desde la elección y formulación del problema, para que la construcción del conocimiento esté más centrada en el estudiante. De acuerdo con Kolmos *et al.* (2013), una de las opciones es que el estudiante tenga la oportunidad de escoger los problemas. Existen otros casos en los que los docentes presentan un abanico de posibilidades, con base en sus estudios o en sus macroinvestigaciones. Para Hernández y otros (2015) cuando los estudiantes participan en la elección de los problemas, toman decisiones sobre los materiales que se van a usar y trabajan con la teoría, ellos son los principales actores que aprenden a hacer ciencia, en un principio, de forma preliminar. De esta manera, cambia la relación entre maestros y estudiantes y estos asumen un mayor protagonismo.

Se han encontrado casos en los que los estudiantes se sienten muy motivados si ellos mismos hacen la elección de los problemas con la asesoría de los profesores. Es más efectivo el proceso en esta situación, según Valero-García y Navarro (2006), porque se evitan pérdidas excesivas de tiempo. Entonces, los estudiantes toman la iniciativa y van desarrollando el proyecto con mucho interés y así lo van exponiendo frente a sus compañeros. Así se incrementa de forma importante su participación en la construcción del conocimiento.

El aprendizaje basado en la experiencia

La experiencia tiene dos aspectos igualmente importantes: la experiencia que hayan tenido los participantes por actividades pasadas y la que va a permitir el nuevo proceso de aprendizaje. En la primera, es importante tanto para los docentes como para los estudiantes que el problema tenga elementos conocidos y otros por construir. En ambos casos, tienen la certeza de algo que conocen, porque lo han experimentado, y sobre lo cual comienzan a construir una parte nueva. Para Kolmos (2015), el problema lo relacionan con lo conocido y esto les permite seguir aprendiendo con

las nuevas caras que descubren en la problematización y en la ejecución del proyecto. Así mismo, puede partir de los intereses que ellos tienen y el resultado es igualmente alentador.

Asimismo, se presenta la experiencia que adquieren a lo largo de sus estudios, con las salidas al campo, visita de obras, toma de muestras, encuestas u otras actividades para resolver los problemas. El método de proyectos, ABP-OP, capacita a los estudiantes para que puedan resolver ahora y posteriormente otros problemas cuando hayan culminado sus estudios. Es la manera, mediada por la reflexión, en que pueden aplicar el conocimiento en otros contextos y se incrementa esta posibilidad cuando se ha desarrollado el proceso durante todos los semestres de la carrera. De la misma forma, para Dewey (2001), en el proceso de enseñanza la experiencia es esencial en sí misma, de forma integral, para todos los actores, por la formación de los seres involucrados, y no solamente por los resultados que se consiguen. Al respecto, es esencial adquirir las experiencias que le generan conocimientos y evitar que se quede la valoración en los productos externos tangibles.

El aprendizaje basado en una actividad

Parte central del método ABP-OP es que se desarrolla con actividades, desde la misma problematización, consecución de datos, cifras, estadísticas e información que hacen visible el problema. La mayor parte del proceso, como lo plantean Perico-Granados *et al.* (2017b), se fundamenta en actividades, que adicionado a las otras ventajas que tiene el método, como el trabajo en equipo, hace que los estudiantes sean los constructores de su propio aprendizaje. Igualmente, contribuye mejor en la formación de las habilidades y competencias que requiere el profesional (Caro y Reyes, 2003). De la misma manera, estas actividades mejoran el nivel de interés y de dedicación de los estudiantes (Sierra, 2013). Sin embargo, los cambios son paulatinos en los procesos y los docentes son quienes buscan los

métodos más apropiados para implementar el aprendizaje activo. Por los cambios que se generan en la construcción del conocimiento, vale la pena hacer el esfuerzo. Para Perico-Granados *et al.* (2019a), estos se producen de forma eficiente, cuando se trabaja en el aprendizaje activo, en la educación superior. El apoyo institucional es esencial para que los cambios puedan durar en el tiempo.

Así mismo, estas actividades le generan un conocimiento que hacen que, si se repite el proceso en otras oportunidades, su nivel de desarrollo sea muy bueno. Sin embargo, se aconseja que cada semestre los estudiantes cambien de actividad, dentro de un proyecto y de grupo para que les permita tener mayores competencias. De esta manera, según Hernández *et al.* (2015), se recontextualizan sus actividades y se les permite generar un proceso continuo de aprendizaje que hace que sean mucho más efectivos como profesionales reflexivos. Entonces, las actividades programadas en el método de proyectos son importantes, dado que son parte esencial de la motivación para la ejecución del mismo. Cuando se conecta un objeto y un tema, mediante una actividad con propósito definido es de gran interés para los estudiantes. Las actividades en sí mismas son motivadoras, pero se incrementa cuando se tiene claro el interés de los estudiantes en hacerlas porque contribuye a un propósito.

Contribución de la interdisciplinariedad

Muchos profesionales en la docencia tienden a enseñar los aspectos conocidos desde su profesión. Esta actividad genera confianza, confort y se desempeñan con relativo éxito. Sin embargo, para Jamison *et al.* (2014), la interdisciplinariedad genera y ayuda a construir el conocimiento en presencia de otras profesiones, que hacen ver el desempeño de la propia profesión en la realidad y en contextos diferentes y que permiten observarlos con mayor riqueza. De esta forma es como, en la realidad, los nuevos profesionales van a encontrar la estructura de los problemas, de forma interdisciplinaria, en el futuro.

Igualmente, “los problemas más interesantes normalmente necesitan tomar elementos de diferentes disciplinas” (Hernández *et al.*, 2015, p. 8). De la misma manera, para Kolmos *et al.* (2013), los problemas reales tienen siempre características de interdisciplinariedad, en los que se deben formar los nuevos profesionales. En este sentido, con el método de proyectos se integran diferentes formas de ser, de hacer, de pensar y de identidades de varias profesiones. Así se profundiza mucho más en la construcción del problema, en la búsqueda del estado del arte, en la formulación de los objetivos, en los referentes teóricos y en el análisis de resultados. En suma, se enriquece mucho más el proyecto. Al respecto, supera la formación tradicional en que se aísla el proceso de aprendizaje a una sola profesión.

Construcción con la ejemplaridad

La ejemplaridad también se produce en dos escenarios. Uno con la construcción de conocimiento en áreas diferentes, a partir de la experiencia con el método y el otro con el ejemplo en varias personas. El primero, proponen Jaminson *et al.* (2014), con un mayor rendimiento y construcción del conocimiento en un proceso, de un campo específico, permite mejorar diferentes elementos en el aprendizaje en otro campo. En este sentido, se construye el conocimiento práctico, teórico y metodológico que permite continuar en otros aspectos de la profesión y con más profundidad, mejorando lo aprendido posteriormente en varias áreas disciplinares y con mayores competencias humanas. Incluso, con estos conocimientos se pueden resolver problemas similares en diferentes campos.

Para Kolmos *et al.* (2013), en el segundo, se puede tomar como ejemplo los casos de los monitores, quienes han aprendido, con base en el método y han profundizado en unas áreas, especialmente en las que son monitores. Este aprendizaje les ayuda a obtener un mayor conocimiento en otras áreas diferentes y a la vez son ejemplo para nuevos estudiantes que quieren seguir sus pasos. En consecuencia, cuando los estudiantes analizan y resuelven problemas específicos abren la puerta para la comprensión de otros más amplios e incluso para ver los problemas de orden general.

En este aspecto, los monitores sirven de ejemplo a los estudiantes a quienes ellos orientan, con su gran rendimiento académico y por los conocimientos que despliegan, partir de las prácticas que han tenido en su proceso de construcción. Al respecto, la ejemplaridad requiere formación que permite, una vez concluidos sus estudios, llevar a cabo obras en las que ponga en práctica sus conocimientos y su servicio a la sociedad. Es un proceso que multiplica las habilidades utilizadas, dado que se siguen poniendo en práctica en nuevos escenarios y en nuevos proyectos.

Estrecha relación entre teoría y práctica

Desde la problematización, saliendo al terreno, haciendo trabajo de campo, en lo posible en el contexto, con los nuevos conocimientos prácticos, los estudiantes consultan sus textos, los conceptos y la teoría. Según Jamison *et al.* (2014), de esa manera aprenden mucho más, dado que pueden verificar las certezas que se observan en la práctica, explicitado por los conceptos. Sin embargo, se incrementa y potencia mucho más la construcción del conocimiento, una vez hecha la investigación, en la etapa del análisis de resultados, cuando se confronta lo ejecutado y los resultados con los conceptos, la teoría y las normas de diseño, cuando estas existen.

Según Perico-Granados *et al.* (2020b), la relación entre teoría y práctica permite un proceso de reflexión y a su vez promueve el que se pueda volver a aplicar esos conocimientos en otros contextos, como una competencia adquirida. Todos los participantes normalmente participan de la conversación de aprendizaje. Para Hernández *et al.* (2015), la teoría, la práctica y la reflexión son aspectos muy importantes en el método de proyectos, ABP-OP. De otro lado, existe en los ingenieros civiles una desatención por la formación teórica, en la pedagogía y en la didáctica, como se observa en los resultados entregados por la Dirección de Formación Docente y por su misma caracterización. Los profesores se preocupan por las actividades que les conducen al cumplimiento de sus objetivos y a conseguir sus resultados.

En este aspecto, Dewey (2004) expresa que el interés en el conocimiento por el conocimiento mismo, en el pensamiento por el libre juego del pensamiento, es necesario para la emancipación de la vida práctica, para hacer esta más rica y progresista. Con lo revisado, cuando se requiere pensar, para los ingenieros este es un aspecto lejano e innecesario y entonces de parte de ellos se genera desdén por los profesionales teóricos. De igual manera, así muchos de ellos plantean que unos aspectos pueden estar bien en teoría pero que no son prácticos. Entonces, varios docentes son prácticos en orientar lo que ellos saben, pero no tienen las herramientas para que en forma experta puedan ayudar a construir el conocimiento de manera óptima.

Construcción del conocimiento con base en la interacción y el trabajo en equipo

La construcción del conocimiento comienza desde el momento en que unos estudiantes forman una comunidad de aprendizaje, con sus compañeros o con los otros actores. Según Kolmos (2015), esta es una forma de iniciar un trabajo en equipo y siempre que el docente esté presente y orientando el proceso, este es potenciador, dado que además del trabajo significativo que representa, por la ayuda mutua, también es estimulante por la colaboración que se despliega. El tutor y los estudiantes trabajando en equipo incrementan la capacidad para gestionar procesos de cooperación.

En este sentido, el concepto de comunidades de aprendizaje, para Hernández *et al.* (2015), tiene relación con los procesos compartidos, que siguen a sus integrantes de forma colaborativa, con ideas, valores y creencias, por un periodo prolongado, cuando han concluido un espacio de trabajo conjunto de construcción de conocimiento en forma práctica. Este es uno de los resultados del trabajo colaborativo y en equipo. De otro lado, el trabajo en equipo se facilita cuando el aprendizaje incluye recorrer la trayectoria desde la periferia hacia el centro de esta comunidad y se convierte en un miembro absoluto con participación legítima en ella.

De manera semejante, el trabajo en equipo comprende la capacidad de sus integrantes para construir sobre la fortaleza de cada uno de ellos y a la vez compensar sus debilidades. Es una manera de sumar esfuerzos con los que se consiguen resultados siempre mayores que con la sola suma de sus partes. Según Ruiz *et al.* (2006), en cada individuo, la capacidad de memoria se incrementa cuando, a partir del estudio del problema, define sus objetivos, desarrolla el proyecto y debe prepararse para hacer las exposiciones en público, especialmente, cuando hay colaboración y trabajo en equipo.

En la ingeniería en general se presenta un ejemplo de la práctica social, en donde es realmente posible aplicar el método ABP-OP, y que a la vez se convierte en práctica profesional, a partir de su aprendizaje con una alta interacción. En este sentido, para Hernández *et al.* (2015), en esta profesión el término proyecto se refiere a una unidad de trabajo, incluyendo su ejecución e informe final, y allí están normalmente involucradas muchas áreas en las que se ha preparado el ingeniero en su proceso de formación. Entonces, los proyectos son una práctica social con la cual se investiga y se construye conocimiento científico, se interactúa con sus colegas y con otros profesionales y se obtiene un título.

Cuando se utiliza el método de proyectos, se reemplaza una larga lista de conceptos, de contenidos curriculares de la disciplina, por un proyecto en el que se abordan los principales contenidos y se profundizan de tal manera, que su nivel de construcción de conocimientos puede aumentarse de forma importante, con base en estos métodos y con un buen trabajo en equipo. Para Ruiz *et al.* (2006), siempre será mejor ver solamente el 60 % de los contenidos, si de su conjunto se van a construir mayor cantidad de conocimientos con profundidad, que si se ve el 100 % y solo se ven superficialmente. Adicionalmente, se pone en alto relieve entre otros aspectos positivos de los proyectos descritos la relación entre teoría y práctica disciplinar y el desarrollo de las competencias transversales.

De otro lado, para Jamison *et al.* (2014), el trabajo en equipo es un valor de la época contemporánea, que la educación tiene como herramienta para optimizar la construcción del conocimiento. Entonces, con una mayor

cantidad de conocimientos y con una cultura más sólida que posea un sujeto, actúa con elementos de mayor madurez y equilibrio, con los otros miembros de la sociedad. No son elementos de pertenencia individual y de su exclusividad. Así, es pertinente que los estudiantes se formen cada vez más como sujetos y permitan una interacción y trabajo en equipo más sólido. Al respecto, esta forma de trabajo académico posibilita una interacción que promueve el aprendizaje de forma sinérgica.

El aprendizaje ocurre como un proceso social

Los problemas existen en un contexto socio-histórico y se observan bajo esa perspectiva. Para Hernández *et al.* (2015), todos los participantes interactúan y son maestros y aprendices paralelamente, de acuerdo con las circunstancias. Sin embargo, con el tiempo, los estudiantes aprenden las reglas y adquieren experiencia para tomar los caminos de los ingenieros y/o científicos y así van acercándose a la verdadera práctica profesional, partir de la interacción con el conocimiento, con la teoría, con la práctica, pero especialmente con la acción con todos sus integrantes.

De otro lado, una forma para generar el conocimiento disciplinar se hace por la acción reflexiva de su realidad social y cultural, ayudada por artefactos, dispositivos y prototipos, y ocurre como un proceso social. Al respecto, en él puede existir liderazgo por parte de unos estudiantes o pueden distribuirse los roles de diferente manera. En este sentido, el método de proyectos, ABP-OP, promueve, intenta y logra acercar los procesos de aprendizaje universitario con el desempeño profesional a partir de rutinas, rituales y convenciones similares a las que se utilizan en el desarrollo de la profesión.

Según Hernández *et al.* (2015), el trabajo en equipo de manera interdisciplinaria contribuye a la formación holística, dado que en los contextos reales siempre habrá problemas que contienen elementos de diferentes disciplinas, con una importante interacción y proceso social entre sus integrantes. En este sentido, se puede utilizar para muchas profesiones,

entre otras, como la ingeniería y la enseñanza, para docentes, y se hace mejor con el trabajo en equipo o con las comunidades de aprendizaje, mediante las cuales desarrollan su identidad profesional.

Para Valero-García y Navarro (2006), en el peor de los casos los estudiantes que participan activamente en un proyecto trabajan con la experimentación y confrontan con la teoría, tienen un alto nivel de recordación de lo trabajado en el proyecto y construyen relaciones fuertes y posiblemente perdurables con sus compañeros. Para Covey (2013), si el trabajo se hace con disciplina y centrado en principios y en valores, esas relaciones podrán ser muy gratificantes en el futuro. En este sentido, la acción entre todos los actores y el proceso social permite construir interacciones sociales, emocionales y culturales.

Por otro lado, la interacción la plantea Kolmos (2015) a partir del desarrollo próximo entre individuos, con el intercambio de ideas entre pares, aspecto que permite una mejor construcción del conocimiento de forma colaborativa. Se aprende efectivamente entre personas con niveles semejantes o con personas que están muy cerca de sus afectos, que tienen un lenguaje similar o con quienes ven los estudiantes como más cercanos. Se ha encontrado que con frecuencia aprenden mejor los estudiantes de sus compañeros o de sus monitores.

Para Hernández *et al.* (2015), los actores pueden fungir como maestros y como estudiantes, aspecto que permite el desarrollo de un entendimiento compartido. De esta forma, los monitores ayudan mucho en este proceso con la guía de los proyectos, tanto como los docentes y, en conjunto, todos siguen aprendiendo con el proceso interactivo y con los nuevos conocimientos que de allí se derivan. De otro lado, estudiantes y profesores intercambian de roles, a veces de manera inconsciente, y el conjunto sigue aprendiendo de forma continua.

Existen proyectos en los que ha dado un excelente resultado en ingeniería biomédica en la que se ha recolectado información, organizado experimentos, con mediciones y análisis de resultados para concluir con

un informe y un artículo de investigación. Según Hernández *et al.* (2015), los estudiantes construyeron relaciones muy importantes entre ellos, pero, sobre todo, con el conocimiento, que hicieron que los resultados fueran sobresalientes. En este caso, los estudiantes aprendieron conceptos esenciales de su profesión y elementos éticos sobre el uso de la información.

La importancia de la reflexión en la construcción permanente del conocimiento

Para Covey (2013), la reflexión es una capacidad que solamente la han desarrollado parcialmente los seres humanos. Cuanto más se utiliza, se potencia mucho más la construcción del conocimiento y lo habilita para tomar mejores decisiones. El pensamiento reflexivo no siempre se usa porque en situaciones no problemáticas simplemente se actúa o se reacciona ante los diferentes estímulos. Para Bruner (2004), se encuentra el aprendizaje reflexivo, en el que se toma distancia del objeto de estudio, se analiza, se escudriña, se compara, vuelve y se estudia. De esta manera, se hace el proceso otra vez, hasta tomar una posición, que puede ser, de algún modo, original.

Para intentar comprender con procesos de reflexión, Bruner (2004) expresa que se puede producir un vaciado de mis conocimientos, tomo distancia de ellos para poder observar lo que se está estudiando y reflexiono sobre ello. Es clave reflexionar en y sobre la experiencia propia y ajena. Entonces, según Hernández *et al.* (2015), se corrobora una idea y se puede construir una creencia, finalmente, con base en lo analizado. Para Perico-Granados y Pachón (2015), cuando se forma en la reflexión hay menos probabilidades para la corrupción. Al respecto, cuando hay un escenario problemático, con base en las dudas, que se presenta con características de incertidumbre, es muy probable que surja el pensamiento reflexivo y se actúe de forma correcta. Allí se observa la posibilidad de estudiar el problema y tomar consciencia de su potencial solución. Con la motivación adecuada se plantean diferentes opciones posibles con base en la experiencia, la educación, la cultura y la tecnología.

De otro lado, con plena consciencia, el ser humano es capaz de elegir y tomar decisiones, con base en su proyecto de vida, contra el cual contrasta las motivaciones o los estímulos y con imaginación es capaz de precisar la ruta a seguir. Según Covey (2013), esta es una forma de explotar las capacidades humanas, como la formación reflexiva. Para Schön (2003), la formación reflexiva es la que permite la formación profesional de forma adecuada, dado que la persona es capaz de observar la incertidumbre presente en los problemas y con los datos que puede obtener le permite actuar, de manera más acertada. En este sentido, se observa que uno de los hábitos más importantes que debe promover el docente en la formación es el del pensamiento reflexivo. La reflexión es una actividad que es parte del ser humano, que se puede potenciar en la educación de la ingeniería civil, dado que esta es mucho más que las solas tecnologías. Este método promueve la reflexión y permite trascender la sola formación instrumental.

De igual manera, para Dewey (2004), el método del pensamiento reflexivo es el método supremo en educación, que es mucho más que la sola experimentación en el laboratorio. Este autor influyó en el método, a partir de las didácticas activas, la experimentación, el pensamiento crítico y la reflexión. En este sentido, la indagación es parte fundamental para la solución de problemas y está en el centro de la construcción del conocimiento. Con el proceso del método se estudia el problema desde sus antecedentes y con base en las preguntas se puede ver qué soluciones se pueden plantear y luego se analizan sus resultados. Así, la principal idea es ofrecer una motivación al estudiante para que construya su nuevo conocimiento, de forma reflexiva.

El docente está atento para que el problema esté relacionado con las experiencias de los estudiantes, que ellos tengan capacidad para su solución y que el proceso permita construir nuevo conocimiento. Para Hernández *et al.* (2015), estas actividades les pueden generar un interés genuino a los discentes. Entonces, el profesor debe promover la construcción

de ambientes de aprendizaje con materiales y con los recursos necesarios. En su conjunto este método tiene los elementos más efectivos para despertar el interés en los estudiantes. Adicionalmente, los conocimientos previos de los participantes permiten que ellos puedan hacer una relación directa con su problema o con su proyecto y así los vinculen con la construcción del nuevo conocimiento. En otras ocasiones es necesario deconstruir el saber anterior para luego dar inicio a la edificación del nuevo. En este proceso está presente la reflexión de los participantes y es una labor esencial de los tutores o de los monitores para hacer que esta se genere.

Para Covey (2013), la reflexión es sinónimo de buscar la mejor decisión y de construir con base en un gran propósito, a partir de analizar la información y ponerla a contraluz de sus metas y de sus principios. Sin embargo, según Schön (2003), se presenta como la forma en que se aprende mucho mejor y este proceso se incrementa si se va desarrollando paralelamente con la práctica. Igualmente, para De Zubiría (2014), con la reflexión se obtiene una parte importante de la capacidad de actuar en cualquier contexto. Cortina (2004), por su parte, afirma que la educación en principios y en valores es esencial en la formación de todo ser humano, pero la reflexión juega un papel igualmente importante. En consecuencia, esta competencia se puede desarrollar en los seres humanos de forma proporcional en que se practique y la construcción del conocimiento se facilita. Igualmente, la reflexión incrementa la cualificación, la profundidad y la relevancia de lo que se aprende.

Por otro lado, la reflexión aumenta cuando se combina la acción y se revisa la teoría, en cualquier disciplina, como expresa Schön (2003). Para Hernández *et al.* (2015), se puede interpretar como un movimiento dialéctico entre una realidad histórica y culturalmente constituida y un individuo que la refracta (como también la modifica) con base en sus interpretaciones, acciones, sentimientos subjetivos y reflexiones. En consecuencia, se relaciona con el desarrollo de las zonas próximas, porque permite una mejor

interacción de los docentes, los monitores y los estudiantes incluyendo los laboratoristas. Cuando hay prácticas de campo que involucran la acción experimental con comprobaciones en laboratorios, entonces, enriquecen las conversaciones que permiten construir el conocimiento. La reflexión se debe intencionalmente incrementar con las preguntas de los docentes y de los monitores.

En otro sentido, aprender además de conocer también incluye la construcción del ser, expresa Radford (2008, citado por Hernández *et al.*, 2015). Los estudiantes aprenden las rutinas, los procesos y los procedimientos que les permiten adquirir experticia como consecuencia de la apropiada combinación de teoría con la práctica profesional, desde las aulas de estudio universitario. Así van ganando en mejoramiento de su autoestima y en seguridad profesional, con base en las diferentes formas de saber de sus docentes.

Adicionalmente, quienes actúan son quienes pueden obtener resultados importantes, porque “los sistemas de actividad ofrecen recursos a aquellos que exploran e implementan las posibilidades de estos recursos en diferentes formas” plantea Roth (2009, citado por Hernández *et al.*, 2015). Al respecto, cada grupo desarrolla sus prácticas, trabaja experimentalmente, probablemente en forma distinta y así va construyendo su conocimiento, se va enriqueciendo intelectualmente, pero paralelamente están resolviendo problemas, adquiriendo confianza y seguridad y aprendiendo a trabajar en equipo.

Es fundamental que los estudiantes lleven a cabo proyectos, inicialmente, que les permitan construir los conceptos esenciales de su profesión. En el caso de la ingeniería, es crítico hacerlo, para que luego puedan utilizar modelos matemáticos u otro tipo de modelos y tengan la habilidad de establecer su uso potencial, los procesos que allí se generan y la proporcionalidad de sus resultados. Es necesario ver la relación entre los modelos,

el contexto y la conexión con los datos empíricos. De lo contrario, se pueden presentar aspectos en los que se usan los modelos y los estudiantes no tienen la claridad suficiente para establecer la certeza de sus resultados.

El nivel de ensamblaje de conocimientos varía y va en crecimiento proporcional cuando van pasando los diferentes semestres. Según De Zubiría (2014), de esta manera se entiende la concepción de las competencias adquiridas en su proceso formativo para su crecimiento holístico, lo que les permite actuar en forma apropiada en cualquier contexto, dado que estos casi siempre son diferentes. Con el proceso del método de proyectos, ABP-OP, se espera que los profesionales que han practicado de forma continua durante su etapa formativa este modelo, una vez se gradúan, podrán resolver los diferentes problemas que se les presentan fuera de la universidad.

Al respecto, existe la costumbre de que se adquieren los conocimientos y se procuran aplicar de igual forma como se aplicarían en el contexto original, cuando fueron construidos, a sabiendas que el contexto va cambiando por diferentes circunstancias. Sin embargo, con el método ABP-OP, los estudiantes participan activamente en proyectos sucesivos a lo largo de su carrera, con diferentes contextos. Es posible que en los siguientes semestres cambien de compañeros de equipo, de tareas y de conceptos que se van a construir, a través de este método.

De esta forma, para Hernández *et al.* (2015), los estudiantes van aprendiendo a ver el nuevo contexto, con los procesos que conocían y van adquiriendo autonomía para tener una transición fácil a la vida laboral. Este proceso a veces lo denominan la recontextualización progresiva continua, en el que los estudiantes se responsabilizan de proyectos de forma sucesiva, durante sus estudios, asumen diferentes acciones, compromisos y con distintos contenidos disciplinares. Allí trabajan con un nuevo equipo, posiblemente, continúan aprendiendo a trabajar en equipo y adquieren práctica para administrar los proyectos, con un componente alto de reflexión.

Finalmente, la reflexión la puede suscitar el profesor, los medios, los resultados y el entorno. Sin embargo, es posible que también se pueda iniciar “castigando a los jóvenes, por falta de atención, que es un modo de tratar de hacerle comprender que el asunto no es una cosa de completa despreocupación; es un modo de despertar interés o de provocar un sentido de conexión” (Dewey, 2001, p. 116). Los castigos se pueden reflejar en las evaluaciones, por ejemplo, y son aspectos que deben motivar nuevas reflexiones. Al respecto, esta es una forma de motivar la reflexión al principio del semestre con mucha exigencia y que luego puede ser más flexible, para buscar un punto de equilibrio entre la motivación y la exigencia mediada por la reflexión.

Capítulo 3.

Análisis y principales aspectos para aplicar

Introducción

Se presentan unos proyectos, con unas categorías, en los que se aplicó el método. Igualmente, la contrastación de los principales conceptos con unas entrevistas hechas a docentes, monitores y estudiantes y la revisión de las rejillas de observación hechas a docentes que estuvieron desarrollando el método de proyectos. De la misma manera, los informes de los monitores tienen aspectos interesantes, ellos fueron cuatro en total e hicieron un excelente trabajo. Uno de ellos desarrolló su informe como opción de grado. En este se muestran los principales aspectos encontrados por él, con comentarios de los estudiantes sobre la labor desarrollada y encuestas hechas a unos de ellos. Así mismo, se resaltan los hechos encontrados en la práctica del método de proyectos, que se ha venido desarrollando en esta investigación desde el año 2010 y concluida en el año 2015.

Se pretende contribuir con un proceso de estudio teórico revisado y con los principales aspectos encontrados a lo largo de estos años. Al respecto, esta línea de investigación está por explorarse y se pretende observar la participación, los roles de quienes interactúan en el proceso y la acción del maestro (Hernández *et al.*, 2015). Se han encontrado temas para resaltar, con la contribución de los actores y que es necesario recontextualizar con las diferentes experiencias, a partir de las ideas expuestas. Así, se han encontrado elementos valiosos como las competencias para desenvolverse con fluidez y para resolver problemas y la formación autónoma, con base en la práctica.

Desarrollo teórico-práctico del plan de estudios

Unos antecedentes

En la institución se comenzó a trabajar por proyectos de forma sistemática en el año 2010. En los primeros momentos se decidió compartir lecturas y videos sobre diferentes didácticas. Se hicieron los estudios y análisis y se aplicaron varias de ellas durante los dos años siguientes. Entre estas se desarrollaron las didácticas de individualización, el sentido del trabajo, la potenciación y el método de proyectos. En conjunto se desarrollaron reuniones semanales con dos o tres profesores a la vez, todas las semanas con todos ellos, para revisar los avances, los escritos y en general las percepciones de los docentes frente a la aplicación de las diferentes didácticas. Igualmente se escribió un libro: *Primeros pasos en la formación de docentes de ingeniería civil*, que recoge las experiencias de las prácticas pedagógicas descritas hasta el año 2012 (Perico-Granados, 2012).

De otro lado, se hicieron entrevistas a docentes, egresados y estudiantes sobre la aplicación del método de proyectos. Esta información permitió reorientar unos procesos y se profundizó en diferentes lecturas, específicamente, sobre el método de proyectos. Igualmente, de forma permanente

se estudiaron las ventajas y las posibles desventajas que se derivan de la aplicación del método. Con las nuevas propuestas se hizo una labor de realimentación para ir mejorando el proceso. Un aspecto esencial que se tomó como un elemento de mejoramiento fue el de incrementar los monitores para desarrollar un acompañamiento a las visitas de obras, junto con los docentes.

De la misma manera, los nuevos monitores contribuyeron en la orientación de las visitas para guiar a los estudiantes en la toma de muestras, los asesoraron y orientaron en el desarrollo de los ensayos de laboratorio. Así, los docentes dedicaron un tiempo importante para formar más y mejores monitores con este propósito. Se encontró que el aporte de ellos frente a lo esperado resultó satisfactorio durante los siguientes años de desarrollo del proyecto, que lo hizo más productivo, como lo plantea Elliot (2005). Se propuso que cada docente continuara como mínimo con el proceso de investigación con dos cursos, con la metodología del método de proyectos.

En el año 2013 se trabajó de forma continua, cada docente tuvo a su cargo sus dos proyectos y se dedicó tiempo especial a la formación de monitores. En las reuniones de profesores, para la revisión sobre el avance de los proyectos y del método en general, se observó que el incremento en los aspectos positivos del método fue realmente importante¹. Los maestros expresaron su interés en seguir trabajando con el método de proyectos, especialmente porque se nota el incremento en las competencias profesionales que adquieren los estudiantes y la seguridad con que abordan los temas. Igualmente, ellos ven que estos construyen mejor las competencias humanas como la solidaridad, el trabajo en equipo, tienen una mayor interacción entre ellos, adquieren más autonomía y a la vez el método promueve una formación del pensamiento crítico.

¹ En el diario de campo se tienen consignados los aspectos que los docentes manifiestan como elementos positivos en los que se ha avanzado de forma significativa. Se ve que los docentes comienzan a deslindar de forma interesante el método tradicional del método de proyectos. En el diario de campo se puede ver, especialmente, sobre los productos conseguidos con la aplicación del método.

Experiencias del método de proyectos, en los años 2014, 2015, 2016 y 2017

Se relacionan a continuación unos proyectos en los que el investigador principal estuvo presente en su orientación con el método por proyectos, durante los años 2014, 2015, 2016 y 2017. Son varios los proyectos que se han desarrollado como trabajos de grado e iniciación científica, en los últimos diez años. Sin embargo, solo se toman tres de ellos y unos de los que se trabajaron en Introducción a la Ingeniería como procesos de construcción de conocimiento. Todos los proyectos nacieron del método de proyectos orientado en las asignaturas de Introducción a la Ingeniería Civil, en Seminario de Grado en el programa de Ingeniería Civil y en la Maestría en Pedagogía en el Seminario de Investigación y Prácticas Pedagógicas. Se presentan unas categorías del método por proyectos, con las principales experiencias obtenidas y unos aprendizajes que de ellas se desprenden.

Entonces, de forma aleatoria se seleccionaron los proyectos “Incidencia de las condiciones laborales en el clima del aula”, ejecutado durante 2013 y 2014, con un investigador y dos estudiantes (Antolínez y Rivera, 2014; Perico-Granados *et al.*, 2014a). “El ferrocarril del Nordeste y la doble calzada Briceño, Tunja, Sogamoso”, que se llevó a cabo durante 2014, 2015 y 2016, con un investigador y dos estudiantes (Soriano y Puentes, 2015; Perico-Granados *et al.*, 2016b). “El método de proyectos en geotecnia vial caso: balasto para vía férrea Belencito-Paz de Río”, que se llevó a cabo durante 2016 y 2017, con un investigador y dos estudiantes (Perico-Granados *et al.*, 2019a), y varios proyectos con cursos de Introducción a la Ingeniería Civil en 2014, 2015, 2016 y 2017, con tres investigadores y sesenta estudiantes (Miranda, 2016; Perico-Granados, 2017c). La coordinación y orientación en el método estuvo a cargo del investigador principal, con reuniones semanales con investigadores y estudiantes en diferentes momentos, en cada uno de los proyectos. Sus principales resultados se describen en los últimos párrafos de cada categoría analizada que se muestran a continuación.

Construcción de los conocimientos a partir del método de proyectos

La totalidad de los docentes, monitores y estudiantes entrevistados expresan que, con el método por proyectos, la construcción del conocimiento se hace de tal manera que su memorización se retiene por mucho tiempo e incluso para toda la vida. De la misma manera, en la rejilla de observación, en todos los casos, con base en la verificación que han trabajado con proyectos, se nota que recuerdan más con este método. Ellos lo atribuyen a que han experimentado con la toma de muestras, visitas de campo y ensayos de laboratorio. Cuando los profesores preguntan aspectos que trabajaron con el método tradicional se ve que su recordación es mucho menor². Al respecto, el profesor³ MH expresa que “en el método de proyectos permite retener mucho más lo que se está aprendiendo”. En este sentido, en el método por proyectos, con la activación de los conocimientos anteriores, permite construir patrones de reconocimiento y facilita el procesamiento de la información nueva, con la que se construye el nuevo conocimiento (Sandoval, 2011). Igualmente, su aprendizaje es pertinente en la sociedad del conocimiento, para su vida práctica y lo obtienen para toda la vida (Kolmos, 2015). También, el método ayuda con la lectura crítica de la teoría y con el análisis de los resultados. Así, se construyen los conocimientos y su recordación es mucho mayor que con los métodos tradicionales. Adicionalmente, los estudiantes observan los aspectos relevantes, jerarquizan los problemas, reflexionan y su razonamiento es más efectivo, creativo y perdura en el tiempo.

Al respecto, el monitor WA expresa que en el método por proyectos se recuerda mucho más porque “se tiene una base teórica y les queda la experiencia de una salida de observación, de los ensayos para aprender a usar un aparato, las prácticas en general o de ver cómo se comportan las

² En las matrices organizadas para las entrevistas y para las rejillas de observación se apreció que para la totalidad de los entrevistados y observados en el método de proyectos la recordación es muy superior que con el método tradicional.

³ Los testimonios son de los años 2014-2015 y se refieren únicamente con las iniciales de los participantes.

variables en la vida real". Los estudios demuestran las bondades del método, basadas en opiniones de estudiantes, en mediciones hechas con base en la memorización de los conocimientos y con diferentes instrumentos de observación que permiten aseverar sus ventajas (Pérez, 2006). Según Sandoval (2011), la memorización se potencia porque se ha integrado ciencias básicas con asignaturas de profundización profesional. Al respecto, los discentes encuentran mayor utilidad de los conocimientos de forma inmediata, porque los van a aplicar en corto tiempo y la retención del nuevo conocimiento construido es mayor porque ellos se divierten mucho más trabajando con proyectos.

De la misma manera, el monitor DR expresa que en el método por proyectos se recuerdan más "los conocimientos por la forma de combinar la teoría con la práctica. Una vez construidos los conocimientos se recuerdan de por vida". De otro lado, el monitor expresa que "en la metodología tradicional los conceptos se olvidan fácilmente". Él concluye que "para formar estudiantes y profesionales efectivos y muy inteligentes se requiere que siempre tengan una relación directa con la teoría y con la práctica". Para Sandoval (2011), en las profesiones en que se llevan a cabo prácticas y desarrollos experimentales, como en los casos de medicina e ingenierías, se tiene mayor recordación. En este sentido, hay mejores competencias y se destaca con mayor relevancia la retención de la información por más tiempo, en este método, y las habilidades desarrolladas son perdurables. Así gana más experiencia y mayor comprensión de los temas establecidos en su currículo y tienen al cabo del tiempo mucha más información útil en su memoria.

El monitor WA expresa que los estudiantes, con el método de proyectos "recuerdan mucho y casi todo. Con la experiencia y las prácticas que se llevan a cabo, junto con la teoría, resuelven las dudas los estudiantes y ellos adquieren habilidades que quedan cimentadas". Entonces, "el estudiante a veces no recordará la definición de un concepto, pero sí entiende sus características que observó y que practicó en el campo. Igualmente, ellos

saben cómo se manifiesta ese concepto como fenómeno”. Él concluye diciendo que “el estudiante queda motivado para seguir aprendiendo sobre el tema, de tal manera que esos conocimientos los va a recordar para toda la vida”. En este sentido, la capacidad de recordación se incrementa en los estudiantes con el estudio del problema, definición de objetivos, ejecución del proyecto y preparación para las exposiciones en público.

El monitor MB plantea que con el método de proyectos “los estudiantes recuerdan mucho más los conocimientos construidos. Yo aprendí en primer semestre a hacer ensayos de laboratorio sobre capacidad portante y hoy cinco años después los hago muy bien porque sigo investigando y practicando”. Igualmente, el profesor MH dice que con un “excelente trabajo del profesor, con capacidad de comunicación y estudiantes muy ‘pilosos’, lo que recuerdan con el método tradicional no llega al treinta por ciento. Allí olvidan lo memorizado porque lo hacen para los exámenes”. En cambio, “en el método por proyectos, con un trabajo normal, hemos tenido la experiencia que supera el setenta por ciento, que recuerdan de lo trabajado”. Para Ruiz *et al.* (2006), con el método por proyectos se abordan los principales contenidos y su nivel de recordación es muy superior. Entonces, es mejor trabajar con el método de proyectos, en donde se ven menos contenidos, pero se recuerdan mucho más.

El monitor DR plantea que los estudiantes, con el método de proyectos, “recuerdan prácticamente para toda la vida lo que aprenden, porque estudian la teoría, hacen los trabajos de campo y de laboratorio y comparan los resultados con los autores. Así, llevan varios momentos para construir los conocimientos que están trabajando”. Entonces, “ellos graban los conocimientos por un tiempo muy largo. Sin embargo, esos temas les quedan gustando y los siguen estudiando o practicando y así esos conocimientos quedan para toda la vida y van a recordar esas experiencias”. De otro lado, a veces no se forman profesionales competentes porque se ofrece un cúmulo de conocimientos, que pronto olvidan los estudiantes.

En este sentido, con los proyectos trabajados y elegidos con base en las lecturas hechas, con videos y con las reflexiones, con las experiencias con padres de familia, con colegas y estudiantes, los investigadores plantean la solidez en la construcción de sus conocimientos. Ellos expresan, especialmente, el giro que hicieron para actuar de forma reflexiva. Con las experiencias de las visitas a las obras y trabajos en los laboratorios, los estudiantes dicen que la construcción de su conocimiento es realmente sólida. A pesar de los argumentos de los contradictores en unas exposiciones, los actores demostraron la excelente preparación del tema y la profundidad y solidez de sus conocimientos. En muchos casos les despierta tanto interés a los estudiantes que muchos de ellos se convirtieron en monitores de las diferentes áreas en las que han hecho sus proyectos de investigación.

Trato interpersonal y motivación

En el método por proyectos se aprecia una interacción continua entre los estudiantes y hay mucha más cercanía con los docentes. Todos los entrevistados, docentes, monitores y estudiantes, precisan que la motivación es mucho más grande en el método de proyectos y la interacción con los estudiantes, entre ellos y con sus docentes es apreciable. En la rejilla de observación se ve que los estudiantes interactúan mucho más con todos los actores y se nota la motivación en todo el proceso. Al respecto el monitor WA expresa que en este método se tiene un mejor trato interpersonal y mayor motivación “porque los monitores tenemos la capacidad de hacerles ver a los estudiantes que los libros dicen algo, pero que la experiencia es igualmente válida y que el conocimiento se construye teniendo presente estos dos aspectos”. Igualmente dice que “la interacción entre ellos y los docentes es muy importante”. También expresa que “se tiene más motivación porque le dedican un tiempo importante a la practicidad y ellos mismos pueden comprobar lo que dice la teoría o pueden decir que hay errores en ella”. Estos aspectos, como el manejo de aparatos, los motiva para aprender porque la experiencia los incentiva para seguir construyendo conocimientos.

De la misma manera, el monitor MB plantea que el método de proyectos es muy bueno “porque entre ellos interactúan, porque se distribuyen, a veces, muchas tareas y luego tienen que socializarlas para poder dar cuenta de los resultados ante los compañeros y ante el profesor”. Continúa el monitor diciendo que “ellos deben explicar en los avances cómo se hacen los ensayos”. De la misma manera, el precisa que “al momento de hacer los análisis de resultados ellos tienen que escucharse para que les permita recoger toda la información y así puedan analizar los resultados de laboratorio tomando en cuenta los conceptos de los compañeros que han estudiado posiblemente en diferentes autores”. El monitor concluye que “así ellos pueden sacar unos buenos análisis de resultados y unas buenas conclusiones”. Es diferente en la formación tradicional, con poco trato interpersonal entre los docentes y ellos, aspecto que disminuye la motivación.

Así mismo, el profesor MH expresa que en “el método por proyectos los estudiantes tienen muchas interacciones tanto entre ellos, con sus compañeros, como con los profesores”. Igualmente, expresa que “al trabajar en equipo, las tutorías se hacen con más confianza, preguntan más los estudiantes y aprenden más. Así, existe mayor contacto interpersonal y hay una socialización de esos proyectos”. Finalmente, el profesor concluye diciendo que “los procesos los ayudan a relacionarse y a poder presentar sus proyectos sin ningún temor”. Al respecto, los estudiantes toman confianza, construyen capacidad de dirección y sienten una mayor motivación.

En el mismo sentido, el monitor DR expresa que en “el método por proyectos se tiene un mejor trato interpersonal entre los estudiantes y con los docentes y a la vez hay una mayor motivación para desarrollar los aprendizajes”. Él dice que “se está estudiando de forma continua en el campo, con los autores y se está trabajando con los compañeros, con los monitores y con los docentes”. De otro lado, precisa que “en la metodología tradicional, el estudiante siempre va a estar reprimido y siempre está dispuesto para que le impongan los puntos de vista de los profesores y con poca interacción”. Resalta que “los estudiantes generan habilidades para la

ejecución y la elaboración de proyectos y cada vez tienen más motivación". El proceso del método facilita los tiempos y los espacios para que los actores intervengan de forma apropiada y aprendan a respetar otras opiniones.

Al respecto, en los proyectos se encontró que el proceso se desarrolla de manera más horizontal entre maestro y estudiante y se comparte con cercanía, con familiaridad y con confianza, sin actitud autoritaria del docente y la construcción del conocimiento es más democrática. De igual manera, hay más socialización entre monitores y estudiantes y entre estos mismos. El trato interpersonal entre los investigadores y entre ellos y el investigador principal fue excelente. En los proyectos que se trabajó con padres de familia se mejoró notablemente el trato con ellos y con las autoridades municipales. La motivación fue permanente aspecto observado en su responsabilidad con sus compromisos. A pesar de las diferencias de criterio y personales la motivación y la mediación del maestro hizo que se superaran y los proyectos tuvieron resultados excelentes. Se incrementó el trato interpersonal, cada vez con mayor fluidez entre los estudiantes, con investigadores y con terceros. Los proyectos tuvieron un desarrollo apropiado y el docente se encargó de hacer visible los puntos de interés de los estudiantes para hacer que la motivación no decayera.

Evaluaciones en el método por proyectos

Tanto los docentes como los monitores expresaron que la evaluación debe hacerse en coherencia con el método de proyectos. Los estudiantes se manifestaron en el mismo sentido y ellos plantean que debería hacerse de forma continua, en todos los procesos, incluyendo la participación en los trabajos de campo y en el salón de clase. Al contrario, cuando se promueve el método de proyectos y se evalúa con la metodología tradicional, de forma individual y preguntando aspectos puntuales, entonces, los estudiantes se interesan por analizar qué quiere el docente que respondan y no tiene la posibilidad de construir el conocimiento de forma apropiada. Entonces, los estudiantes estarán pendientes de los contenidos, de su estudio, de pasar las asignaturas y no de la ejecución del proyecto.

En este sentido, el docente de pavimentos expresa que “en los procesos tradicionales, los estudiantes buscan la respuesta correcta o pretenden saber qué quiere el profesor que ellos contesten, para obtener una buena calificación. Solo evalúa el profesor”. En cambio, el mismo docente dice que “en el método por proyectos los docentes evitan una única respuesta o respuesta correcta y se evalúa todo el proceso, el que resulta ser muy importante, incluso se revisa de forma permanente”. Él concluye diciendo que “se da el caso en que los estudiantes también participan en la evaluación de ellos y de sus compañeros”. Al respecto, en el método por proyectos, los docentes promueven varios caminos, fomentan la construcción de preguntas, estimulan la descripción amplia de los problemas. Ellos activan el estudio de alternativas para encontrar soluciones, conocer la teoría e incentivan la construcción de los conocimientos. Los docentes evalúan todo el tiempo en este método y son muy importantes los procesos, tanto o más que los resultados.

Así mismo, el profesor MH expresa que la evaluación “es una oportunidad para seguir aprendiendo. En el método por proyectos ésta se hace de forma práctica, en el terreno, en el laboratorio y se hace de forma individual o en grupo”. Este profesor continúa diciendo que “se revisa todo el proceso y este es más importante que los solos resultados. Al final también se hacen preguntas para revisar lo aprendido”. De otro lado, plantea que “en la tradicional, casi siempre se hace de forma individual y evita la interacción de los estudiantes. Casi siempre se observan solamente los resultados”. Al respecto, existen autores que plantean que la valoración en los proyectos se hace de forma continua durante todo el semestre (Hernández *et al.*, 2015). En este sentido, la evaluación está orientada como otro momento para aprender. Así, se evalúa el aporte al razonamiento del grupo, las interacciones con los compañeros y el aprendizaje de contenidos. El estudiante se evalúa a sí mismo, a sus compañeros, al tutor y al proceso del trabajo del equipo y sus resultados. De esta manera, se les suministra retroalimentación a los estudiantes sobre sus fortalezas y sobre los aspectos que debe mejorar, como una responsabilidad del tutor.

Según el monitor WA la evaluación en el método por proyectos se hace “durante todo el proceso y en todos los momentos y actitudes de trabajo. Se valoran en el estudiante todos los aspectos que ha encontrado, incluso sus equivocaciones”. De otro lado, él expresa que “en el método tradicional se hace de forma individual y evita la interacción de los estudiantes. Se toman una o dos calificaciones”. Al respecto, en el método existen muchas formas de evaluar y por los diferentes actores, como la presentación oral y el trabajo escrito, para ver los avances en su comunicación de estas maneras.

Para el monitor MB, “en el método tradicional se evalúan solo contenidos y la memorización de ellos”. De otro lado, dice que “en el método por proyectos se evalúa el proceso teórico, práctico, el análisis de resultados y las conclusiones. Se evalúan las competencias como la expresión oral y todos los aprendizajes”. Igualmente, el monitor DR expresa que “en el método de proyectos los docentes evalúan de forma permanente y en cambio en el tradicional de hace una calificación en un examen”. Al respecto, se ha observado que la evaluación con descripciones ayuda a identificar y aprovechar las áreas de mejora, desde la preparación cada sesión, participación y apoyo al trabajo del equipo. Puede verse la interacción y todas las habilidades humanas. Así mismo, las autoevaluaciones promueven el crecimiento del equipo en su conjunto.

En los proyectos seleccionados aleatoriamente se vio que fue un proceso relativamente sencillo, dado que fue permanente y para todo el proceso y así se obtuvieron buenos resultados. Los actores procuraron ver la evaluación como un proceso más para construir conocimiento y de retroalimentación continua. Los estudiantes siempre presentaron sus avances de su trabajo de campo en los colegios, a los profesores, a los otros estudiantes y a los padres de familia a tiempo y con buena calidad. Su trabajo fue constante y presentaron los nuevos aprendizajes tanto en exposiciones como por escrito. Fue una valoración permanente de las pruebas de campo, de la información obtenida y de su procesamiento. Los investigadores fueron muy cumplidos

y lo hicieron con responsabilidad y con buenos resultados. Las exposiciones finales fueron excelentes. De esta manera, los estudiantes observaron que todo lo que hicieron fue valorado y así se interesaron mucho más en todos los aspectos.

Deserción escolar y mortalidad académica

Coinciden todos los docentes y los estudiantes, junto con los monitores, en que en el método tradicional se aprende fuera de contexto, se memoriza, se olvida y esto genera una alta deserción escolar y alta mortalidad académica. Igualmente, se producen estos efectos por la distracción que genera el método, falta de concentración y cierta apatía, en las ingenierías, para dedicarle mucho tiempo, especialmente, a las ciencias básicas en un principio. Adicionalmente, por la mala preparación anterior en los primeros semestres es muy alta la mortalidad y la deserción. De otro lado, con los proyectos los estudiantes se entusiasman y están atentos porque saben que están poniendo en práctica aspectos importantes de su carrera. De esta forma la deserción y la mortalidad son mínimas. De todos los entrevistados solamente uno dijo que los métodos en sí no tienen relación con la deserción escolar, aunque su relación sí es directa con la mortalidad académica en el caso del tradicional.

Al respecto, el monitor WA expresa que, en el método por proyectos, “al aproximar de forma más rápida a los estudiantes con el entorno, lo lleva a plantearse de forma inmediata la pregunta de si ese va a ser el oficio que quiere desarrollar en su vida”. Él también expresa que “con los proyectos se acerca a los estudiantes a las actividades que van a llevar a cabo cuando terminen sus estudios. Ellos se sienten motivados, estudian, aprenden y así tienen menor deserción y mortalidad académica”. De otro lado, plantea que “cuando se empieza una carrera, se ponen en el plan de estudios al principio, en el caso de la ingeniería civil, asignaturas abstractas como los cálculos, las físicas y las matemáticas y se ven sin contexto profesional”. Concluye

al respecto que “con el método tradicional, solamente con contenidos y procesos de memorización los estudiantes tienen mayor deserción y más mortalidad académica”. Para Moreno y Martínez (2006), el número de aprobados se incrementa en dos veces con el método. En este sentido, se tiene como elemento importante el número de estudiantes aprobados, en el método por proyectos, porque se aumenta de forma significativa y pasa a ser prácticamente el doble que cuando se utilizaron los métodos tradicionales.

Igualmente, el profesor MH plantea que “con la motivación que genera el método por proyectos, más la adquisición de otras competencias, se disminuye la deserción y la mortalidad académica”. Igualmente, precisa que, con el método de proyectos, “los estudiantes comprenden la interacción de las ciencias básicas con las otras asignaturas y esa motivación permite una mayor continuidad en sus estudios”. Él continúa expresando que “el método contribuye para ir llevando a los estudiantes, para que puedan soltarse, trabajar en grupo, hacer sus sustentaciones y les genera confianza que hacen disminuir la deserción y la mortalidad”. Para Jamison *et al.* (2014), disminuye el número de estudiantes que abandonan los estudios. Al respecto, con la construcción del conocimiento y con la confianza que se adquiere se ha visto una menor tasa de deserción.

Así mismo, el monitor MB expresa que “la relación entre el método tradicional y la alta deserción escolar y la mortalidad académica es muy alta”. Igualmente, expresa que “cuando el docente habla todo el tiempo, los estudiantes se quedan dormidos se distraen fácilmente y la asimilación es mínima”. En cambio, “con en el método de proyecto es muy poca la deserción y la mortalidad porque los estudiantes le ponen todo el sentido en todas las actividades, como las prácticas y las relacionan con la teoría”. Igualmente, el monitor DR expresa que “se observa que se retiran o se ‘rajan’, en las ciencias básicas, por ejemplo, mucho más con el método tradicional”. Él plantea que “siempre se está abarcando tema, el estudiante está recibiendo información, pero no se construye conocimiento y en las evaluaciones no responden como quiere el profesor”. En cambio, dice que “en el método de

proyectos se observan habilidades de comprensión, para tomar decisiones, resolver los problemas, los estudiantes están atentos siempre, hay evaluación todo el tiempo y la deserción y mortalidad son menores". Al contrario, en los primeros semestres, él plantea que "con conocimientos descontextualizados y con el método tradicional hay deserción y mortalidad". Para Aparicio *et al.* (2006), es mayor el número de estudiantes que pasan las asignaturas. Al respecto, se ha encontrado que con el método por proyectos se incrementa el número de estudiantes que aprueban los exámenes y el número de personas tituladas.

En este sentido, en los proyectos se encontró que con la dedicación y responsabilidad de los investigadores, monitores y estudiantes se cumplieron los compromisos y no existió ni deserción ni mortalidad académica. Los investigadores estuvieron trabajando con alta motivación, aspecto que se transmitió a los estudiantes y pusieron todos los actores el empeño necesario para concluir sus metas y obtener buenos resultados. En el mismo sentido, en los primeros semestres, los estudiantes con el método de proyectos tuvieron más motivación, trabajaron más y construyeron más y mejores conocimientos, que con el método tradicional y, de esta manera, la deserción escolar y la mortalidad académica también fueron nulas. Al respecto, 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 16. Esto equivale a un poco más del 24 %. En 2016-2, con el método de proyectos todos avanzaron con excelentes resultados, sin flojera asistencialista.

Forma de desarrollo del proyecto

Sobre la forma como se desarrolla el proyecto, el profesor MH plantea que "el docente desarrolla los temas centrales y deja para que los estudiantes complementen otros aspectos. Así, los estudiantes pueden comenzar a trabajar en los proyectos, una vez se han hecho las exposiciones de contenido, en los aspectos más relevantes". Igualmente, él expresa que "en

las tutorías se resuelven las dudas que ellos tienen y al final de cada semana se revisa lo que se ha avanzado y se hacen las entregas correspondientes”. Igualmente, el monitor WA plantea que “él promueve el desarrollo de los proyectos en su parte práctica, pero especialmente verifica la construcción del anteproyecto y la elaboración del informe con todos sus contenidos”. Especialmente hace énfasis en “el análisis de resultados en donde verifica que se haga una apropiada comparación de los resultados obtenidos con la teoría”.

Igualmente, el docente de pavimentos expresa que su trabajo consiste en “hacer seguimiento y acompañamiento a los proyectos y procura intervenir solamente cuando es necesario para no quitar protagonismo a los estudiantes”. Al respecto, los temas para los proyectos son sugeridos por los estudiantes o por los profesores y aquellos ejecutan el escogido y preparan informes semanales. El trabajo del proyecto ocupa cerca del 50 % del tiempo del curso y el otro porcentaje lo ocupan desarrollando contenidos que pueden servir de apoyo al tema del proyecto. Sin embargo, existen unos pocos de ellos que ocupan menos tiempo (Kolmos, 2015). De todas maneras, la extensión en el tiempo y su intensidad están en función de la importancia y profundidad del proyecto.

En este sentido, en los proyectos seleccionados se encontró que la planeación y la orientación estuvo siempre a cargo del investigador, con la orientación del investigador principal. Los monitores contribuyeron de forma especial en el seguimiento de los proyectos para propiciar la motivación y resolver inquietudes. Sin embargo, en las sesiones semanales se decidió que esta parte de la entrevista estuviera dirigida a los docentes y a los monitores. Todos ellos plantearon que los docentes son quienes planean el desarrollo de los tiempos de los proyectos, exponen los principales contenidos, están atentos a la ejecución y hacen las evaluaciones. Específicamente, un monitor expresa su dedicación al desarrollo completo de los proyectos, incluyendo el análisis de resultados. Los estudiantes no respondieron a esta pregunta.

Proyectos durante el desarrollo del programa

Sobre el número de proyectos que se desarrollan durante el programa hay diversidad de opiniones, con base en lo encontrado en la investigación. En este sentido, el profesor MH expresa que “antes se hacía una o dos veces, pero ahora con los nuevos proyectos y con el incentivo de la pedagogía en la carrera se puede llegar hasta cuatro o cinco veces”. Igualmente, el monitor WA expresa que “cerca de tres o cuatro veces en promedio”. Igualmente, el monitor DR dice que “durante la carrera se pueden trabajar actualmente hasta unas cuatro veces”. Al respecto, existen universidades en donde se propone que es conveniente repetir el proceso durante toda la carrera para seguir profundizando en contenidos disciplinares, con nuevos proyectos (Hernández *et al.*, 2015). Se ha visto que cuando los estudiantes participan en más proyectos la construcción de los conocimientos es mucho más efectiva.

Igualmente, el monitor MB expresa que “se pueden hacer hasta cuatro veces”. Al respecto, es relevante precisar que en otros proyectos pueden cambiar de roles y con nuevas perspectivas enriquecen mucho más su aprendizaje, en lo posible durante toda la formación profesional. Así, ellos tienen los tiempos y los espacios para reflexionar sobre la forma en que los aplicarán en su profesión, denominado este proceso como de ejemplaridad. Es recomendable que se estudien problemas auténticos, que se puedan ver en el contexto y cuando se busquen los conceptos o se investiguen en libros, artículos y otros proyectos semejantes, los estudiantes tienen una mayor comprensión teórica.

En los proyectos escogidos, se observó que los investigadores y los monitores habían participado en un promedio de tres proyectos, con la modalidad del método. Sin embargo, las entrevistas fueron aplicadas a estudiantes de los semestres iniciales, principalmente, a los monitores y a los docentes. Los primeros no contestaron a esta pregunta por desconocimiento.

Sin embargo, tanto los monitores como los docentes expresaron en las entrevistas y en las encuestas que se puede estar repitiendo el proceso de proyectos hasta tres o cuatro veces durante el desarrollo del programa, aunque lo deseable es que se hiciera durante todo el programa.

Planeación para cumplir objetivos

Es uno de los aspectos centrales para el buen suceso de los proyectos. En este aspecto, el profesor MH expresa que “yo elaboro un plan al comienzo del semestre que incluye los tiempos para hacer el anteproyecto, desde la problematización hasta la bibliografía. Son cerca de veinte días. Estoy revisando en todas las clases los avances”. Igualmente, “en cada semestre se debe como mínimo desarrollar dos objetivos específicos, con toma de muestras y con ensayos de laboratorio y le hago seguimiento a los hallazgos y al análisis de resultados”. El profesor precisa que “este es el momento más importante para que ellos contrasten lo que han encontrado con lo que dicen otros autores, las normas o los conceptos. Finalmente hago revisión a los aspectos que ellos concluyen”. Coincide con lo expuesto por Kolmos *et al.* (2013), quienes plantean que los objetivos de aprendizaje conducen el proyecto desde la planificación hasta la evaluación. Se establecen los principales aspectos que deben aprender los estudiantes y el tutor está atento para revisar los avances del proyecto, el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje principales y de las metas para estructurar el perfil profesional.

De la misma manera, el monitor MB expresa que “la planeación la hace el profesor, sin embargo, nosotros, los monitores, estamos pendientes para lo que se ha planeado esté basado en la realidad”. Él expresa que en un problema de “estructuras para desarrollar su diseño se deben conocer las cargas y así los estudiantes hacen los cálculos basados en la realidad, llevando al salón de clase los datos y los cálculos”. Entonces, “se hace el análisis de resultados y se comparan con los conceptos y con los autores y se sacan conclusiones”. Así se van cumpliendo los objetivos de aprendizaje que se hayan propuesto. Al respecto, cuando esto sucede, los estudiantes

obtienen una gran comprensión del problema y sus potenciales soluciones y a la vez adquieren competencias muy superiores, que con los métodos tradicionales. Sin embargo, la cantidad de contenidos que se ven son un poco menores, pero con una construcción del conocimiento mucho más significativo y les queda a los estudiantes la tarea de profundizar lo que hace falta.

De la misma manera, el monitor WA plantea que “el profesor se encarga de la planeación del desarrollo del proyecto y los monitores nos encargamos de hacer que se cumplan los objetivos y los plazos”. Igualmente, coincide con la proposición de que la planeación del proyecto y los objetivos de aprendizaje los debe desarrollar el docente (Valero-García y Navarro, 2006). Igualmente, el monitor DR expresa, con respecto a la planeación, que “este trabajo lo hace el profesor”. En relación con ello, el proyecto debe planearse para que se desarrolle dentro del contexto espacial y temporal, con la guía del docente, enmarcado con los objetivos de aprendizaje y que sea reproducible (Jamison *et al.*, 2014). A diferencia de la formación tradicional, en el método por proyectos se desarrolla una planeación, relacionada con los objetivos profesionales (Kolmos, 2004). Los participantes actúan desde la planeación y los estudiantes construyen sus propias impresiones, desde el principio, a partir de sus reflexiones. En la etapa de planeación se tienen presentes los objetivos de aprendizaje, para obtener la mayor efectividad posible de la construcción del conocimiento.

En este sentido, se encontró que todos los entrevistados coinciden en que es una labor propia del docente. Sin embargo, los actores están atentos para que los proyectos se desarrollen sobre aspectos reales y que se cumplan los objetivos del proyecto. Los docentes elaboran el plan de acción para el semestre, verifican los avances de manera continua y los monitores hacen el seguimiento todo el tiempo. De la misma manera, se observó que los docentes programan sus actividades y plantean fechas de entrega, en unos casos concertados con los estudiantes, en que se desarrollan las valoraciones, mediante exposiciones y entregas, para verificar el cumplimiento de los objetivos. En este mismo sentido, en los proyectos elegidos se encontraron resultados similares.

Formación en pedagogía y en didáctica

Se quiso saber, con base en los proyectos ejecutados, qué tanto deben conocer en las disciplinas de pedagogía y de didáctica los investigadores, los docentes y el investigador principal. En este sentido, el monitor DR expresa que la pedagogía y la didáctica, para el método de proyectos, son factores importantes debido a que “hay muchos docentes que tienen excelentes estudios en ingeniería civil pero no tienen la dinámica ni las estrategias para ayudar a construir los conocimientos a los estudiantes”. Él concluye que “en ese caso, sí espero que los docentes se capaciten en pedagogía y en didáctica para que el método por proyectos funcione mejor”. Al respecto, con base en investigaciones hechas por Kolmos (2004), se resaltan como factores esenciales “las actitudes de los profesores frente a la enseñanza y al aprendizaje y las condiciones culturales y organizativas” (p. 90). En las universidades de Aalborg y de Cataluña las transformaciones en el sistema fueron claves para los procesos de cambio, pero lo central fue la percepción del aprendizaje y las competencias desarrolladas por parte de los docentes.

Igualmente, el monitor MB expresa que los docentes ingenieros “necesitan más formación en pedagogía y en didáctica y más entrenamiento para que puedan aplicar mejor el método de proyectos”. Él afirma que con más capacidades en pedagogía y en didáctica “ayudan a afianzar y a incentivar más el método de proyectos hacia los estudiantes para que ellos tengan unas buenas bases y puedan todos desarrollarlo mejor”. Según Kolmos (2004) se necesita construir elementos de aprendizaje para adecuarlos al método de proyectos y “se requiere que el profesor contribuya en guiar, ayudar a progresar y a construir el conocimiento” (p. 91). En este aspecto, entre las competencias que deben tener los docentes se tendrán presentes los principios de elección de materia para la enseñanza de curso y la formulación de propuestas de proyectos, junto con las competencias pedagógicas y didácticas.

El profesor MH plantea que “sí es necesaria la formación en pedagogía y en didáctica. Yo he tomado diplomados y he aprendido muchos aspectos que me han sido muy útiles”. Concluye diciendo que “para la aplicación correcta del método es esencial un adecuado entrenamiento y una instrucción de los principales principios. De esta manera, el profesor va a aprovechar más el método para la construcción del conocimiento”. Al respecto, es esencial promover las competencias de pedagogía y de didáctica en los docentes y utilizar un lenguaje común. En Aalborg existe un centro dedicado específicamente a diseñar y desarrollar la formación docente. En este sentido, entre los propósitos de la capacitación están el que el profesor conozca la teoría sobre los modelos pedagógicos y didácticos, para mejorar los procesos de aprendizaje y la formación pedagógica exige tiempo del docente nuevo.

El monitor WA precisa que “los profesores necesitan conocer y estar capacitados en pedagogía y en didáctica para desarrollar sus actividades. En el método, con mayor razón porque se requieren, además de la dirección de equipos de trabajo, aspectos para promover el permanente crecimiento de los aprendices”. Adicionalmente, él plantea que “se requiere la formación para que puedan dirigir las prácticas y en el trabajo de campo y para que permita una buena dirección”. En este sentido, existe la opción para que los profesores se preparen en pedagogía, en didáctica y en proyectos y orienten asignaturas secuenciales, se promueva su aplicación para adquirir las habilidades y se mejore la construcción de los conocimientos (Valero-García y Navarro, 2006). Igualmente, la formación en pedagogía y en didáctica contribuye en el éxito del proceso para que todos los docentes estén trabajando con el mismo norte. Es mejor cuando se hace con ejemplos reales, sobre el método de proyectos. Estos procesos contribuyen a construir de forma apropiada las tutorías de grupos por proyectos y la redacción de su propio portafolio de docencia.

Los actores de este proceso, especialmente los docentes y los monitores, plantean que sí son necesarios los conocimientos en pedagogía y en didáctica para desarrollar de manera apropiada el método de proyectos. Uno de

ellos explica que pueden ser muy buenos ingenieros, pero que necesitan los conocimientos y las prácticas con nuevas didácticas para desarrollar mejor la construcción del conocimiento. Como resultado y con base en los proyectos escogidos, se han presentado dos docentes a tomar diplomados en didácticas, uno hizo la maestría en educación y luego el doctorado en ciencias de la Educación.

Conocimiento de la teoría sobre proyectos para llevarla a la práctica

El profesor MH expresa, sobre el conocimiento de la teoría, que “es muy importante porque conociendo los principales principios y la metodología del método de proyectos el aprovechamiento del tiempo es mucho mejor, si adicionalmente el profesor tiene la oportunidad de hacer talleres y recibe un entrenamiento va a potenciar mucho más los resultados”. Al respecto, el conocimiento de la teoría contribuye a mejorar los procesos de los proyectos y se mejora con la supervisión por parte de un colega experimentado y la reflexión sobre la teoría a partir del desarrollo de la práctica.

El monitor WA dice que “es muy importante que el profesor conozca la teoría del método por proyectos porque además de motivarlo, puede conocer su estructura y le permite hacer una tarea mucho mejor”. Al respecto, es necesario combinar los fundamentos teóricos, su análisis y reflexión y las experiencias de las prácticas educativas. El conocimiento y desarrollo de didácticas profesionales tiene un papel muy importante en el curso (Kolmos *et al.*, 2013). Con estas experiencias, el nuevo docente va adquiriendo la práctica suficiente y la autonomía necesaria para dirigir los procesos de aprendizaje. Entonces, en un principio es necesario promover una mayor formación de los docentes con este método.

El monitor MB dice que “sí es necesario conocer la teoría para poner en práctica el método de proyectos, porque con buenas bases teóricas queda fácil aplicarlo. También es necesario conocer la teoría propia del proyecto

para llevarlo a la práctica". Al respecto, en Aalborg se capacita con tutores en pedagogía y en la parte disciplinar. Los expertos se entusiasman con el proceso y se capacitan para supervisar a los nuevos y de esta manera la motivación para aprender sobre pedagogía universitaria es muy alta (Kolmos, 2015). Allí, la formación es obligatoria y los resultados se aprecian, con base en las competencias adquiridas. Adicionalmente, se ofrecen talleres sobre proyectos, supervisión y tutorías para el aprendizaje, de manera periódica. También, se hacen cursos intensivos y talleres, por parte del centro para profesores de tiempo completo y para estudiantes de doctorado. Todos estos procesos apoyan la formación docente profesional, de un currículo basado en el método de proyectos. Sin embargo, se hace énfasis en la reflexión que genera la práctica pedagógica.

El monitor DR plantea que "es muy importante conocer la teoría para poner en práctica el método de proyectos, tanto la del método en sí mismo, como la teoría de las actividades del proyecto específico que se va a trabajar". Él precisa que "tener claros los conceptos, hace que la práctica sea más efectiva en su desarrollo y entonces se tiene más información que puede generar más productos". En este sentido, es indispensable dar prioridad a los procesos de formación de los profesores, tanto en la teoría como con talleres, especialmente a los nuevos. El docente, la cultura y el sistema son importantes en la formación con el método de proyectos.

Con base en las entrevistas, se puede concluir que es muy importante conocer la teoría del método de proyectos y la teoría del problema en sí mismo, para poder desarrollar de manera apropiada el proyecto. El conocimiento de la teoría facilita llevar a la práctica el proyecto y a la vez permite la contrastación de ella con lo encontrado en las prácticas y en general en los resultados del proyecto. Así se aprovecha el tiempo mejor y se potencian los resultados de la investigación. En los proyectos escogidos se apreció que los docentes con una formación y conocimiento del método tuvieron mejores competencias para su desarrollo, durante todo el proceso.

La enseñanza y el aprendizaje con el método de proyectos y evaluación con el tradicional

En este sentido, el monitor DR expresa que, si se comete el error de evaluar con la metodología tradicional los proyectos, entonces “los estudiantes estarán pendientes de solamente los contenidos y lo que va a preguntar el profesor y no del proyecto”. Así se pierde todo el interés por el proyecto por la falta de coherencia entre los procesos y la evaluación. Al respecto, debe existir coherencia en todos los elementos de la didáctica para que haya efectividad y mejores resultados Kolmos (2004). Al contrario, cuando se evalúa con el método tradicional, los estudiantes saben lo que deben contestar, sin desarrollar el proyecto. Para construir el conocimiento apropiadamente el proceso debe ser coherente en el cambio curricular, la didáctica, la evaluación y los procedimientos (Kolmos, 2015). Entonces, la evaluación comienza desde la construcción del problema y todos los pasos son importantes para elaborar, desarrollar y valorar bien el proyecto. Así se evalúa el trabajo del equipo, los conocimientos, los pasos abordados, los resultados, su análisis y las conclusiones obtenidas.

El profesor MH dice que “si se evalúa con el método tradicional, el estudiante aprende a establecer qué contenidos le interesan al docente y solamente estudia esos contenidos y se dedica a verificar lo que puede ser evaluable y no a desarrollar el proyecto y menos a investigar”. Entonces, continua el docente, “se dañan las posibilidades de ayudar a construir el verdadero conocimiento y fracasa el método por proyectos. Con ello cambia la cantidad de los contenidos que se retienen en la realidad y con la memorización vuelven a olvidar, como sucede con el método tradicional”. Según Kolmos (2004), el conjunto y sus partes son importantes en el aprendizaje y lo evaluable es todo el proceso, desde el principio hasta el fin, desde la participación de los estudiantes en la práctica, en la teoría, las exposiciones, el aprendizaje y la actitud frente al trabajo en equipo. Entonces, es esencial valorar todo el proceso incluyendo la evaluación

en grupos, como autoevaluación y en parejas, desde la consecución de la información del estado del arte, marco teórico y los otros aspectos del proyecto o anteproyecto.

El monitor WA expresa que “en las evaluaciones que se hacen por el método tradicional los estudiantes normalmente verifican qué le interesa al docente que le contesten y se aprende de memoria los contenidos específicos que le permitan responder de esa manera”. En cambio, “en el método de proyectos se hace de forma permanente para motivar el aprendizaje continuo”. Entonces, si se hace la evaluación con el método tradicional y se lleva a cabo la enseñanza y el aprendizaje con el de proyectos, los estudiantes se concentran en lo que deben responder y olvidan los proyectos y fracasa el método. Igualmente, el monitor MB plantea que, si se “evalúa los proyectos con el método tradicional, los estudiantes se preocupan por pasar las materias y entonces fracasa el proyecto”. Para Kolmos (2004), toda la organización debe estar estructurada para que el método funcione y se pueda evaluar desde la administración, los recursos físicos, los procesos y la cultura. En este sentido, es esencial el convencimiento de los maestros, el conocimiento del método y de las formas de evaluación. Así, las expectativas de los estudiantes serán mayores y las actitudes del conjunto llevarán a una excelente práctica.

En este sentido, en las entrevistas se estableció que se pueden proponer muy buenos proyectos, pero si se evalúa con el método tradicional, los estudiantes estarán atentos solo a los contenidos y a aquellos que el profesor puede preguntar. La preocupación se centra más en pasar sus asignaturas y el proyecto no va a prosperar. Al contrario, en las observaciones hechas se pudo apreciar que los docentes evaluaron de forma permanente, incluyendo la participación en clase, el cumplimiento de sus responsabilidades, las sustentaciones y los trabajos escritos, entre otros. Se observó que ellos hacen retroalimentaciones de forma permanente y en unos casos permanecen atentos, sin intervenir, cuando el proyecto va por buen camino. En general, se vio que los docentes evaluaron todo el proceso, incluyendo los resultados, tal como se apreció en los proyectos seleccionados.

Adecuada relación entre teoría y práctica

Los entrevistados asignan un valor importante a la relación entre teoría y práctica. La teoría es importante porque orienta el desarrollo del proyecto y permite un adecuado análisis de resultados. La práctica es esencial porque es la que permite evaluar lo que se encuentra en la realidad. Todos los entrevistados, excepto un estudiante que no supo contestar, expresaron la importancia de conocer la teoría para tener los elementos necesarios para llevarlos a la práctica. Hacen la relación de manera que ellos están convencidos de la interacción permanente de la teoría y de la práctica para que los conocimientos se puedan construir de manera efectiva.

Al respecto, el profesor MH plantea que “van de la mano la práctica y la teoría. Sin embargo, yo le dedico un poco más de tiempo a la práctica y allí he visto que se tienen muy buenos resultados. De todas maneras la teoría es muy importante”. También el profesor expresa que hay una “participación muy importante de las actividades prácticas y también existe una revisión de los conceptos y de las normas, que hacen que la construcción del conocimiento sea integral”. El profesor precisa que “es esencial la revisión de conceptos porque de la calidad del análisis de los resultados hay mejor construcción de conocimientos. La práctica emplea la mayor parte del tiempo y es en donde los estudiantes se motivan para aprender, porque ellos tienen un gran protagonismo”. Al respecto, la relación entre teoría y práctica permite un proceso de reflexión, aspectos que en conjunto son muy importantes en el método por proyectos.

Igualmente, el monitor WA expresa que “ambos aspectos son muy importantes. Las prácticas, porque con ellas se está generando el aprendizaje de forma motivadora, se están desarrollando competencias, y la teoría, porque con ella se está orientando el desarrollo del proyecto y se están comparando los resultados para hacer un análisis apropiado y obtener buenas conclusiones, que permitan estructurar mejor la construcción de los conocimientos”. Él precisa que “si se trabaja con sola teoría nos quedamos en

el método tradicional. Si trabajamos con la práctica aprendemos, pero no sabemos cómo se relaciona con la teoría y con las investigaciones anteriores, entonces, queda como un conocimiento aislado”. Para Freire y Faundez (2018), el trabajo con la comunidad y en el entorno es esencial para construir conocimiento. Entonces, este proceso es muy importante porque mejora los niveles de aprendizaje e integra los elementos teóricos con la experiencia del contexto.

El monitor DR dice que “ambas son muy importantes porque sin la teoría no se puede desarrollar el proyecto para que se pueda hacer el análisis de resultados y la práctica es esencial para que se pueda observar que se encuentra en el desarrollo del proyecto específico”. Él dice que “van de la mano. Sin embargo, como monitor estoy dedicado más a la parte práctica”. El monitor también expresa que en el método de proyectos “existe una buena relación entre teoría y práctica porque siempre se ven los fundamentos teóricos para observar lo que han dicho otros autores y compararlo con la práctica”. El monitor adiciona que “también la práctica en campo permite revisar qué hay en el proyecto y, contrastando con lo que dice la teoría se construye mejor el conocimiento”. Según Jamison *et al.* (2014), analizar la teoría a la luz de la práctica mejora el aprendizaje. Al respecto, se incrementa más la construcción del conocimiento, en la etapa del análisis de resultados, cuando se confronta lo ejecutado y los resultados con los conceptos, la teoría y las normas de diseño, cuando estas existen.

También, el monitor MB plantea que “ambas son importantes, la teoría y la práctica. Todo está entrelazado, sin la teoría no podemos ir a la práctica, pero sin la práctica no podemos analizar los resultados de esas prácticas. Igualmente, los datos se deben comparar con lo que han dicho los autores en la teoría, pero debemos saber cómo salieron los resultados para poder explicarlos”. El monitor plantea que “para solucionar una problemática sin la teoría, no sabremos hacer la práctica y en la práctica si no tenemos una buena teoría, no podemos hacer el análisis de resultados”. Él precisa que “teoría y práctica van de la mano, con los resultados comparamos con la

teoría y así podemos construir el conocimiento". Al respecto, para Kolmos (2015), los principios se fundamentan en el aprendizaje, basado en los problemas, la experiencia, las actividades, la ejemplaridad y la relación entre teoría y práctica. En este sentido, con los nuevos conocimientos prácticos, los estudiantes consultan sus textos, los conceptos y la teoría. Así ellos verifican las certezas que se observan en la práctica, explicitado por los conceptos.

En los proyectos escogidos se observó una adecuada combinación de teoría y práctica, también denominada experticia. Esta fue notable dados los cambios generados en el medio y en las personas, especialmente en los monitores y en estudiantes, aunque fue importante en los investigadores y en el investigador principal. Todos trabajaron mucho en la parte práctica y profundizaron en la teoría. Al respecto, trabajaron en las visitas a obras, precisión de sus características y con la toma de la información. Se estudiaron libros y artículos sobre los temas propios de sus proyectos para adquirir fundamentos teóricos. Entonces, se avanzó en el nivel de experticia aspecto que hace que trabajen en labores profesionales con mucho éxito.

En los estudiantes de primeros semestres se observó el gusto por las prácticas, con salidas a visitas a obras, muestrero y laboratorio y con su interacción con la teoría comenzaron el proceso de la experticia. Es un proceso de enamoramiento por la profesión con base en la interacción de la práctica con la teoría.

Importancia de la apropiada descripción del problema

Todos los entrevistados plantearon la necesidad de describir de forma extensa el problema para tener mayor claridad del mismo y de esa manera estudiar mejor los antecedentes y el estado del arte. Cuanto mayor sea la descripción del problema, más conocimiento se tiene del mismo. Con esta información es posible proponer soluciones más reales y posibles de ejecutar. Tres estudiantes entrevistados se apartaron de esta tesis porque dos de ellos creen que se puede describir con más precisión el problema

sin extenderse tanto y uno no contestó. Igualmente, en las observaciones se vio que describiendo de forma extensa el problema los estudiantes aprenden mucho más sobre el proyecto. Ellos entienden más y tienen más oportunidad de proponer soluciones y montar el proyecto sobre esa estructura.

Al respecto, el profesor MH expresa que “la identificación del problema es esencial para desarrollar apropiadamente el proyecto. Es la parte de sensibilización con base en los descriptores del problema lo que hace que los estudiantes busquen la solución correcta”. Él precisa que cuando se “estudia bien el problema, yo como ingeniero tengo la posibilidad de resolverlo muy bien, porque sé qué es lo realmente importante del problema y le apunto a esa parte”. En el desarrollo del presente proyecto, cuando se llevó a cabo el estudio del problema presentado en el municipio de Boyacá, en el departamento de Boyacá, se hizo con varias visitas al sitio, para llevarlo a cabo con tres estudiantes de primer semestre de Ingeniería Civil. Allí se describieron los principales aspectos encontrados, como los habitantes del sector, la cantidad de metros cúbicos de remoción en masa, el desplazamiento horizontal de la vía, la caída de los muros, el número de hectáreas afectadas, los dueños perjudicados, el número de milímetros de agua lluvia que cae al año y la profundidad del derrumbe, entre otros aspectos.

En el mismo problema se estudiaron otros factores externos como la cantidad de agua que se vierte en el derrumbe, tanto de escorrentía como por la recolección de aguas lluvias, la tala de árboles, el tráfico promedio diario y la temperatura. Entonces, se hicieron los estudios adicionales como la capacidad portante del terreno, el estudio de topografía y el estudio de geología. Con el estudio a fondo del problema y con los estudios descritos, se hicieron los análisis de la posible solución, que consistió en diseñar una variante, con un muro de contención, como obras de ingeniería convencionales. Adicionalmente, se propusieron obras no convencionales como la reforestación con especies nativas, en las áreas específicas, para disminuir el nivel freático y para que, como tablestacado, pueda ayudar

a sostener el terreno. Los resultados fueron llevados al encuentro de la Red Colombiana de Semilleros de Investigación (REDCOLSI), en 2014, expuestos por dos de los tres estudiantes. Los jurados y el auditorio quedaron convencidos de que quienes hicieron el trabajo eran estudiantes de octavo o noveno semestre, dada la profundidad, los conocimientos y la confianza que ellos demostraron en la construcción del conocimiento y en la presentación de los resultados. Según Font Ribas (2004), la construcción del problema es una excusa para aprender. Al respecto, la problematización en los proyectos permite construir conocimientos, es un pretexto en el aprendizaje, como punto de partida y es parte importante de ellos.

El proyecto comienza con el estudio del problema y allí inicia el aprendizaje y la construcción del conocimiento (Font Ribas, 2004). En este sentido, se describen las diferentes aristas del problema e intentan resolverlo, a través de un proyecto, que normalmente dura un semestre (Hernández *et al.*, 2015). El estudio de los problemas ha dado un excelente resultado en las profesiones técnicas, especialmente en las ingenierías (Valero-García y Navarro, 2006; Kolmos, 2015). Se ha encontrado que el trabajo genera condiciones buenas para el aprendizaje, con base en las discusiones y la redacción de los problemas y de los resultados. Igualmente, los participantes estudian a fondo el problema, estudian lo existente y proponen soluciones.

Así mismo, el monitor WA expresa que “en el método por proyectos es importante una amplia descripción del problema porque permite conocer las diferentes perspectivas del mismo”. Él concluye que “así se pueden estudiar mejor los antecedentes y el estado del arte, para proponer mejor unos objetivos coherentes y un marco teórico apropiado”. Al respecto, en la construcción del problema se estudian elementos relevantes y en contextos específicos, se investiga con profundidad y si se tiene bien definido este, el proyecto está resuelto, porque ambos son inseparables (Hernández *et al.*, 2015). En este método los estudiantes se motivan más a pensar en las diferentes preguntas (Kolmos, 2015). Igualmente, por su alto contenido en formación crítica, tiene cercanía con la formación del sujeto, en donde

requiere más preguntas que respuestas (Zemelman, 2015). De esta manera, el proceso de aprendizaje se lleva a cabo alrededor del proyecto, a partir del problema, ya que con su construcción se construye conocimiento y luego se ejecuta y se sustenta.

También, el monitor DR plantea que “es muy importante una buena descripción del problema para resolverlo porque de esta manera se puede obtener información muy importante para ver qué aspectos se deben tener presentes para lograr un resultado óptimo”. Él expresa que “cuando iniciamos un proyecto es bueno primero describirlo porque así queda fácil delimitarlo y saber a qué parte le apuntamos para resolver o hacia dónde se quiere enfocar el proyecto”. Al respecto, con una amplia desagregación del problema, se puede seleccionar qué parte de él se debe resolver (Hernández *et al.*, 2015). Su progreso se produce por las acciones que funcionan, por el ensayo y el error y con mayor conocimiento del problema (Kolmos, 2004). Entonces, se aprende mejor en relación con la cercanía del problema, el cual comienza con la construcción del conocimiento a partir de todos los aspectos que lo rodean.

Igualmente, el monitor MB dice que “si es importante en los proyectos describir muy bien los problemas para poder darle una solución apropiada”. Así mismo, “cuando el lector del proyecto ve esa descripción se hace una idea clara de lo que quiere decir el autor, sobre el problema y así puede saber si este desarrolló un buen proyecto”. Al respecto, el contexto motiva más al estudiante y mejora la comprensión del problema práctico y de la teoría (Jamison *et al.*, 2014). En este sentido, se construye mejor el problema con el avance de la investigación. Se adiciona, que el incremento de la problematización es un ideal didáctico (Sandoval, 2011). El rendimiento del proyecto se aumenta cuando se practica en su totalidad, desde la problematización hasta el proyecto completo (Valero-García y Navarro, 2006). En el método por proyectos los estudiantes desarrollan la problematización, a partir de desagregar en todos sus componentes el problema, aunque la propuesta fuera hecha por el docente.

Con base en los proyectos elegidos se observó una amplia y excelente descripción del problema, con la guía de los investigadores y monitores, aspecto que orientó los proyectos iniciales. Así se encontró que en unos casos los objetivos propuestos inicialmente no eran lo que los estudiantes querían ejecutar, con base en sus intereses. Hablaron con las personas del entorno para formular mejor el problema, a través de una descripción amplia y coherente y encontraron una buena propuesta para su proyecto. En otros casos hicieron recorridos por las vías para elaborar el diagnóstico apropiado y consiguieron la información necesaria para consolidar el problema. Entonces, los estudiantes aprendieron a describir los problemas, con superación de la costumbre de proponer soluciones sin profundizar en la construcción del mismo.

Aprendizaje con base en la experiencia de los actores

Todos los entrevistados afirman que la experiencia es muy importante para desarrollar el método de proyectos. Esta es importante en el profesor, en los monitores y en los estudiantes, ya que, les ofrecen mayores posibilidades de afrontar el nuevo reto, con más posibilidades de obtener resultados en la construcción del conocimiento, mucho mejores. Las experiencias pasadas son las que hacen que se puedan afrontar los nuevos retos con más confianza, con más seguridad y con mayor probabilidad de éxito. Tres estudiantes y un docente interpretan que es importante la experiencia pasada pero también la presente del método en sí, porque hace que los conocimientos sean construidos con más facilidad y por más tiempo. En la toma de muestras, el trabajo de campo, las visitas a las obras y los ensayos de laboratorio, los estudiantes aprenden haciendo y lo hacen con más agrado.

En este sentido, el profesor MH expresa que “es muy importante la experiencia que tienen los estudiantes de procesos anteriores y de conocimientos que ya han adquirido. Con base en ellos los estudiantes tienen una motivación y un reto para afrontar”. También, es importante la experiencia que han tenido “los profesores en proyectos anteriores. Sin embargo, lo más importante es la experiencia que se desarrolla en el proceso. Es una

de las formas más efectivas para aprender”. Al respecto, es importante para los docentes y para los estudiantes que el problema tenga elementos conocidos y otros por construir. El problema lo relacionan con lo conocido y siguen aprendiendo con la problematización y con la ejecución del proyecto. Así mismo, puede partir de los intereses que ellos tienen y el resultado es igualmente alentador.

El monitor DR plantea que “en el método por proyectos el aprendizaje tiene como origen de forma muy importante la experiencia tanto de los docentes en ese método, de proyectos similares, pero lo más importante de las experiencias anteriores de los estudiantes”. Igualmente, “influyen las experiencias de los monitores, en proyectos ejecutados y así hace que tengan criterios claros para tomar decisiones. Las experiencias de los estudiantes son importantes, les genera confianza y porque ellos visualizan las posibles soluciones”. En este sentido, la adquieren a lo largo de sus estudios, con las salidas al campo, visita de obras, toma de muestras, encuestas u otras actividades para resolver los problemas. Al respecto, el método por proyectos los capacita para que puedan resolver ahora y posteriormente otros problemas cuando hayan culminado sus estudios.

Igualmente, el monitor WA expresa que “es muy importante la experiencia porque el método por proyectos otorga resultados más tangibles en el aprendizaje, a través de los procesos de prácticas y conocimientos anteriores de los estudiantes y de los profesores”. Él dice que “especialmente para los estudiantes, es ideal que conozcan parcialmente sobre el tema que se va a trabajar. Así se motivan mucho más para el desarrollo del proyecto porque los reta para su ejecución”. Igualmente, “se ve escalonado el nivel de experiencia; con más experiencia está el profesor, luego el monitor y finalmente los estudiantes, quienes, lo ideal es que conozcan parte del problema y tengan experiencias cercanas sobre las cuales irá a construir el nuevo conocimiento”. Al respecto, con base en la experiencia y mediada por la reflexión, se pueden aplicar los conocimientos en otros contextos, como lo expresa Schön (2003), y se incrementa esta posibilidad cuando se ha desarrollado el proceso durante todos los semestres de la carrera.

También, el monitor MB dice que “la experiencia es esencial tanto de los profesores como de los estudiantes para que con base en los conocimientos que traen puedan desarrollar el proyecto”. En este sentido, el conocimiento no es una copia de la realidad, para todas las personas, dado que es un proceso individual, elaborado con base en sus conocimientos previos y en los contextos en que se desenvuelve el estudiante (Sandoval, 2011). En este sentido, el método contribuye en estos procesos, porque activa el conocimiento anterior que poseen los estudiantes, sobre los cuales ellos elaboran el nuevo conocimiento y cada uno construye su propia interpretación, asimilación y elaboración.

En los proyectos se encontró que cuando los actores tuvieron experiencia en el método y en las actividades a ejecutar su motivación, el desarrollo y los resultados fueron muy buenos. Sin embargo, la más importante fue la del investigador principal para orientar de forma apropiada a los investigadores, a los monitores y a los estudiantes, aspecto que permitió encausar la energía de todos ellos en los momentos oportunos. Igualmente, tuvo relevancia la de los investigadores para mediar, orientar y motivar a los estudiantes en los momentos adecuados. En este sentido, se encontró a varios monitores y estudiantes con experiencia en investigaciones anteriores, con base en el método, que permitió y facilitó el éxito de los procesos.

El aprendizaje se da dentro de un proceso social

Al respecto, el profesor MH plantea que el proceso social “ayuda mucho en la construcción del conocimiento y en la adquisición de competencias, porque los estudiantes se desenvuelven mejor y casi todos lo ven más como un proceso de colaboración y de cooperación y no competitivo”. El profesor precisa diciendo que “los estudiantes se ayudan, se colaboran, resuelven dudas entre ellos y aprenden a trabajar en equipo. Entonces, es muy importante el proceso de socialización”. En este sentido, los participantes interactúan y son maestros y aprendices paralelamente, de acuerdo con

las circunstancias. Los discentes aprenden a partir de la interacción con el conocimiento, con la teoría, con la práctica, pero especialmente con la acción con todos sus integrantes. Igualmente, una forma para generar el conocimiento disciplinar se hace por la acción reflexiva, mediada por elementos y prototipos y ocurre como un proceso social. Allí se pueden generar liderazgos o pueden distribuirse los roles de diferente manera.

El monitor DR plantea que “influye mucho porque en el proceso social es que los estudiantes comparten, hablan, debaten, e incluso, cuando están en sus descansos participan de la construcción del conocimiento”. En este sentido, se utiliza para profesiones como la ingeniería y se hace mejor con el trabajo en equipo o con las comunidades de aprendizaje, mediante las cuales desarrollan su identidad profesional (Hernández *et al.*, 2015). Igualmente, el trabajo en equipo contribuye a la formación, con una importante interacción y proceso social entre sus integrantes (Valero-García y Navarro, 2006; Covey, 2013). En este aspecto, los estudiantes construyen relaciones fuertes y posiblemente perdurables con sus compañeros, por la interacción entre los actores. El proceso social permite construir buenas relaciones entre ellos y con un trabajo con disciplina y centrado en principios y en valores, entonces, esas relaciones podrán ser muy gratificantes en el futuro.

Igualmente, el monitor MB expresa que en el método por proyectos “todo el tiempo se está en interacción social con los compañeros, con los monitores, con los laboratoristas o con los profesores. Esta actividad hace que se aprenda mucho en el proceso”. Al respecto, la interacción la plantea Dewey (2004), a partir del desarrollo próximo entre individuos, con el intercambio de ideas entre pares, para una mejor construcción del conocimiento de forma colaborativa. Así, se aprende efectivamente entre compañeros, quienes tienen un lenguaje similar o con quienes ven los estudiantes como más cercanos. Con frecuencia aprenden mejor de sus compañeros o de sus monitores. Entonces, todos pueden fungir como maestros y como estudiantes y permite el desarrollo de un entendimiento compartido (Hernández *et al.*, 2015). Para Dewey (2004), los monitores

ayudan en este proceso, en la guía de los proyectos. Así, tanto monitores como docentes siguen aprendiendo con el proceso interactivo e intercambian de roles, a veces de manera inconsciente y el conjunto sigue construyendo conocimiento de forma continua.

Igualmente, el monitor WA expresa que “es parecido el proceso al descrito en la interacción y el trabajo en equipo. El proceso de socialización se presenta todo el tiempo y con ello la construcción del conocimiento se va consolidando”. En este sentido, en el programa de Ingeniería existen proyectos en los que ha dado un excelente resultado con una buena interacción entre ellos. Los estudiantes construyen relaciones entre ellos, con el conocimiento y sus resultados han sido sobresalientes.

Al respecto, los investigadores, los monitores y los estudiantes están de acuerdo en que el aprendizaje se consolida mucho más con el proceso social, con las interacciones entre estudiantes, de estos con los monitores, con los laboratoristas y con los docentes. Los espacios y los tiempos para la interacción social son amplios y casi siempre son bien utilizados con la solidaridad y la cooperación, entre ellos. Se interactúa en el trabajo de campo, en los laboratorios e incluso en los descansos. Igualmente, se observa que los estudiantes muchas veces aprenden en la interacción con sus pares, de quienes aprenden y comparten sus experiencias, en pequeños grupos o con la sola interacción con otro compañero. Se comparte mucho para preparar y llevar a cabo las exposiciones y en general entre ellos construyen en conjunto los conocimientos.

Creación de ambientes de aprendizaje

Los profesores, los monitores y los estudiantes afirman que la creación de ambientes de aprendizaje es fundamental para la consolidación de los conocimientos. Activan mejor los conocimientos al llevar a los estudiantes a visitas de campo y a visitas de obras en proceso de construcción. Igualmente, contribuye mucho en este propósito llevar a los estudiantes para que ellos

mismos tomen las muestras de suelos, de agua, de pavimento o de materiales en general en diferentes sitios y hagan los ensayos de laboratorio. Así ellos están mucho más motivados y asumen un verdadero rol de profesionales en proceso de formación para servirle a la sociedad.

Igualmente, se pudo observar que los docentes crean diferentes espacios y ambientes de aprendizaje facilitando la maquinaria y las herramientas para operarlas en los procesos de muestreo cuando es necesario y los estudiantes aprenden a manejarlas. También, los profesores programan las visitas a las obras en proceso de construcción, para conocer los procesos internos, están atentos al desarrollo de los ensayos de laboratorio por parte de los estudiantes y mezclan diferentes formas de motivación para que ellos estén atentos durante todo el tiempo. Estos ambientes mejoran cuando el docente se preocupa por trabajar con problemas del entorno y con la creación de ambientes reales para aprender y para interpretar mejor el contexto.

Con respecto a esta temática, el profesor MH plantea que “es muy importante cuando se sale del salón y se tienen otras posibilidades, que las encuentra o las crea el profesor. Se dan con laboratorios, al aire libre, con ensayos y con otras opciones que genere el docente”. También precisa diciendo que “son realmente importantes porque los estudiantes cambian de ambiente y se sienten más motivados. Así mejora mucho el porcentaje de atención, comprensión y construcción del conocimiento”. Para Kolmos *et al.* (2013), es una iniciativa del docente proveer ambientes de aprendizaje, con materiales y con los recursos necesarios, para que ayude a despertar el interés en los estudiantes. Estos aspectos pueden involucrar sus experiencias previas.

Igualmente, el monitor DR expresa que “influye mucho porque en otros ambientes de aprendizaje el estudiante está atento y dispuesto para aprender, como en las visitas a las obras, en los laboratorios, en la toma de muestras y en el trabajo de campo en general”. Él precisa que cuando el profesor solo

utiliza marcador y tablero, los estudiantes se aburren o se duermen con facilidad y comprenden y entienden menos y olvidan rápido”. Igualmente, el monitor MB explica que “es muy importante que los docentes hagan la creación de nuevos ambientes de aprendizaje, como visitas de obras, toma de muestras, ensayos de laboratorio para que los estudiantes les tomen más cariño a esos conocimientos porque ellos mismos lo están haciendo”. Al respecto, es central la creación de un excelente ambiente de aprendizaje para que los estudiantes se comprometan con el proyecto y tengan mayor participación.

El monitor WA plantea que “la creación de ambientes de aprendizaje por parte del docente para construir mejor el conocimiento es esencial en el método de proyectos: toma de muestras, ensayos de laboratorios, toma de topografía, entre otros ambientes”. Él precisa diciendo que “en la experiencia, en esos ambientes, los estudiantes consolidan sus conocimientos. Son los que permiten ver las cosas de forma más tangible y, así, los estudiantes pueden adquirir conocimientos teóricos y prácticos”. Por otro lado, “con un ambiente único, monótono por más que se esfuerce el profesor y los estudiantes pongan atención, los conocimientos teóricos no llenan ese vacío y el nivel de aprendizaje del estudiante es mucho menor”. En este sentido, es conveniente desarrollar los proyectos en espacios adecuados, con acceso a laboratorios para llevar a cabo los experimentos apropiados, biblioteca y recursos en línea y así el conocimiento está mediado por la interacción, el lenguaje y las herramientas.

En este sentido, en los proyectos se observaron muchos ambientes creados por los investigadores y por los estudiantes como la interacción con las comunidades, con otros estudiantes, con los otros docentes y con autoridades municipales. Así, los actores fortalecieron saberes que apenas comenzaron a ver con lecturas y videos. Igualmente, con las salidas al campo y la toma de información, con la orientación de investigadores para conseguir los datos importantes, los estudiantes se motivaron, desarrollaron

el proyecto, consolidaron conocimientos para formular propuestas para disminuir la contaminación, disminuir los accidentes y contribuir al bienestar de la sociedad. Así mismo, los estudiantes desarrollaron el gusto por las actividades llevadas a cabo en los diferentes espacios y tiempos, disfrutaron y aprendieron en las visitas a las obras, preguntaron para los informes y para las publicaciones presentadas. Igualmente, ellos hicieron lo mismo en las tomas de muestras y en los laboratorios.

Dificultades en el método para la construcción del conocimiento

Sobre las dificultades del método para la construcción del conocimiento el monitor WA dice que “se requiere de una mayor preparación a los docentes, a los monitores y se requieren mayores recursos para todo el proceso para que todos los profesores en lo posible los practiquen”. Al respecto, se requieren más horas de tutoría, más monitores y en general más requerimientos de personas en los procesos de formación (Prieto *et al.*, 2006b). Igualmente, se necesita de más esfuerzos por parte de los actores: directivos, administrativos, docentes y estudiantes. También, es necesaria una mayor disponibilidad de docentes y monitores calificados con el método, con más tiempo para los procesos y más computadores adecuados.

Igualmente, el profesor MH expresa que “es necesario mejorar para implementar adecuadamente el método como la infraestructura, equipos que se han venido dañando por el uso, medios audiovisuales y ampliar espacios para los ensayos”. También, “se requieren más medios, pero se recuperan las inversiones adicionales con la calidad del aprendizaje y con el menor número de deserciones y de mortalidad”. En este sentido, los actores deben cambiar de perspectiva de aprendizaje, con responsabilidades diferentes a los procesos tradicionales. Adicionalmente, es necesario adecuar los contenidos de las asignaturas, los cuales serán abordados con mayor profundidad. Para Jamison *et al.* (2014), en el método no se tiene previsto

transferir la información de manera rápida dado que desde la búsqueda y análisis es que permite su mayor proceso de construcción. Se requiere más tiempo para obtener los aprendizajes y los docentes requieren también de más tiempo para preparar problemas y hacer tutorías.

Igualmente, el monitor MB expresa que “sí faltan más equipos en óptimas condiciones, para la toma de las muestra y los ensayos o los laboratorios. Hacen falta recursos”. Al respecto, este método es más costoso por la mayor capacitación que se requiere de los docentes y por el tiempo que se necesita para la construcción del conocimiento. Son necesarios monitores, la ayuda de buenos laboratorios, equipos y las personas calificadas.

El monitor DR expresa que ve, que muchos profesores y los mismos estudiantes, muchas veces “no trabajan el método por proyectos porque se requiere más trabajo. Lo mismo, hacen falta más profesores que trabajen el método y más monitores para lo mismo. Por lo demás es un excelente método para aprender”. Al respecto, se requiere más exigencia a los actores tanto a estudiantes como a profesores e incluso a los directivos para proveer más recursos humanos. Es necesaria la calidad en el proceso y para ello se requiere de esfuerzo (Prieto *et al.*, 2006a). En este sentido, el método requiere más trabajo por parte del docente y de los estudiantes y requiere de un número mayor de profesores y monitores preparados para trabajar el método. Igualmente, hacen falta más recursos como elementos de laboratorio, herramientas y maquinaria para tomar muestras y más espacio para trabajar con más comodidad. El método es más exigente en tiempo y en dedicación, por parte de profesores y estudiantes y por eso muchos docentes no intentan trabajar con él. Se encontró en los proyectos elegidos, que sí es necesaria más cantidad de tiempo de los profesores para la preparación de materiales y más horas adicionales de tutoría. De esta manera, el docente hace un mayor seguimiento a la construcción del conocimiento de los estudiantes, los resultados son mucho mejores, pero es indispensable un cambio de cultura de los actores.

Formación profesional

Cercanía entre la teoría y la interacción profesional

Sobre la cercanía entre la teoría y la interacción profesional, el monitor DR expresa que “en el método de proyectos existe una mayor cercanía porque se aprenden los contenidos prácticos, después que tienen contacto con la teoría”. Igualmente, él dice que “en las materias que yo he trabajado como monitor como en topografía, geotecnia e introducción a la ingeniería los estudiantes captan mejor la información; el aprendizaje es mayor y son todos aspectos que utilizarán en la profesión de Ingeniería Civil”. También, precisa que “este trabajo se refuerza con las ayudas de los monitores, quienes ayudan a resolver dudas durante los procesos que se realizan en todas las áreas de la profesión. Ellos asesoran tanto en la parte teórica como parte práctica, pero especialmente en esta última”. Al respecto los estudiantes aprenden las rutinas, los procesos y los procedimientos que les permiten adquirir experticia como consecuencia de la combinación de teoría con práctica profesional, desde las aulas de estudio universitario (Hernández *et al.*, 2015). De esta manera, ganan autoestima y seguridad profesional, con base en el saber de sus docentes. También, aprenden las reglas y adquieren experiencia para la práctica profesional.

De la misma manera, el monitor MB precisa que “en el método de proyectos existe mucha interacción del estudiante con lo que es la vida diaria de un ingeniero”. Así mismo, dice que “en los proyectos aprenden el significado y el uso de las herramientas que estarán trabajando en la profesión”. Igualmente, “aprenden a desarrollar los análisis de resultados y son capaces de obtener buenas conclusiones, con criterios más o menos definidos”. Entonces, en el método de proyectos se “aprenden a desarrollar aspectos que son muy cercanos a la profesión de la ingeniería civil y así se pueden resolver problemas de su entorno y a trabajar con mayor confianza”. En este sentido, ellos actúan de manera semejante a los científicos, con la

elección de problemas reales, expresa Roth (1995, citado por Hernández *et al.*, 2015). Igualmente, si los estudiantes participan en la elección de los problemas y toman decisiones sobre el desarrollo del proyecto, ellos aprenden a hacer ciencia. De esta forma, van adquiriendo autonomía para tener una transición fácil a la vida. Si toman en forma sucesiva responsabilidades, sobre los proyectos, llevan a cabo el proceso de recontextualización progresiva continua.

En el mismo aspecto, el estudiante AC precisa: “Aprendí más por el método de proyectos. Yo siento que he aprendido teoría y también he aprendido mucha práctica”. Igualmente, dice que “con el método por proyectos, en la práctica nos hemos encontrado con problemas que tendremos que enfrentar en un futuro y esos problemas he aprendido a solucionarlos”. Entonces, “ese es un método que nos acerca mucho a la práctica real de la profesión, porque un buen ingeniero se hace en la práctica”. De otro lado, “en el método tradicional se enseña mucha teoría, pero sino no lo llevamos a la práctica, de nada sirve, porque se olvida muy pronto”. Así, “el método por proyectos, lo encuentro mucho más cerca de lo que será la profesión de ingeniero civil”. En este sentido, los ingenieros trabajan por proyectos y su denominación es la del proyecto de ingeniería (Perico-Granados *et al.*, 2016a). Al respecto, este método logra acercar los procesos de aprendizaje universitario con el desempeño profesional a partir de rutinas y convenciones similares a las que se utilizan en el desarrollo de la profesión.

En igual sentido, el monitor WA expresa que “el método de proyectos es mucho más completo porque aproxima al estudiante a la aplicación de sus conocimientos. Los estudiantes son capaces de usarlos tanto en las prácticas como teóricamente”. También, “ellos reciben una base teórica y son capaces de aplicar esos conocimientos en los proyectos que están relacionados con su profesión”. En este aspecto, los estudiantes trabajan con problemas de su contexto y participan en prácticas cercanas a las de los ingenieros. Así, existe mayor cercanía entre los contenidos, las herramientas y la construcción del conocimiento con la interacción propia de su disciplina. El crecimiento es proporcional con el paso de los semestres y

una vez se gradúan podrán resolver los diferentes problemas (De Zubiría, 2014; Hernández *et al.*, 2015). Al respecto, estas competencias ayudan a su crecimiento holístico y les permiten actuar en forma apropiada en cualquier contexto, dado que estos casi siempre son diferentes

De la misma manera, el profesor MH precisa que en “el método de proyectos existe mayor cercanía porque se aprenden los contenidos prácticos, los procesos que se realizan en todas las áreas de la profesión, combinando la parte práctica y la teoría”. Según Hernández *et al.* (2015), una forma de hacer ciencia es experimentando por medio de proyectos. Igualmente, el término proyecto se refiere a una unidad de trabajo, con áreas en las que se ha preparado el ingeniero en su proceso de formación. Al respecto, los estudiantes aprenden a trabajar fuera de la universidad, actuar en la sociedad, progresar en su profesión, pasar en sus evaluaciones, adquieren seguridad y saben resolver problemas.

Los estudiantes hacen proyectos, construyen conceptos de su profesión y luego utilizan modelos matemáticos. Es necesario ver la relación entre los modelos, el contexto y la conexión con los datos empíricos. Así ellos creen que pueden aprender lo que van a necesitar en el futuro (Prieto *et al.*, 2006b). Los monitores en sus informes y en las rejillas de observación encontraron la cercanía entre las prácticas que se llevan a cabo en los proyectos ejecutados y el desarrollo profesional de la ingeniería civil.

En las entrevistas y en las observaciones se pudo apreciar que en el método de proyectos existe una gran cercanía entre los conocimientos teóricos y las rutinas profesionales de la ingeniería civil. Allí se ve que los estudiantes se comportan como ingenieros en el uso de las herramientas, en el análisis de resultados y en la obtención de conclusiones. Ellos van asumiendo el rol del profesional y van aprendiendo a resolver problemas que se encontrarán luego en su vida profesional. Específicamente en la rejilla de observación se apreció que los estudiantes estaban desarrollando proyectos de la profesión de ingeniería civil como la selección de unidades de mampostería, diseño de acueductos, diseño topográfico para una vía, diseño de viviendas y propuesta para diseño de taludes, entre otros proyectos.

Capacidades de decisión y autonomía

Se constató en las entrevistas y en las observaciones que los estudiantes tienen una alta capacidad para tomar decisiones y para formarse con más autonomía mediante la aplicación del método de proyectos. Ellos confrontan la realidad y se enfrentan a decidir sobre diferentes aspectos para el buen suceso del proyecto. Con base en estas decisiones y con más autonomía, adquieren confianza para enfrentarse a los diseños y a las construcciones en su vida profesional. Específicamente en las observaciones, se pudo ver la capacidad de decidir con autonomía de los estudiantes, aunque en muchas ocasiones consultan al docente. Cuando ellos se enfrentan a aspectos como definir un trazado para un acueducto o para una vía, estudian y deciden cuáles son las mejores alternativas, proponen soluciones y así van creciendo en autonomía.

En este sentido, el monitor DR expresa que en el método por proyectos se adquiere una gran capacidad de decisión y autonomía porque “desde mi experiencia en la ingeniería, uno se da cuenta que a veces los fundamentos teóricos le ayudan a tener unas bases de conocimiento, pero no le ayudan a tomar decisiones”. De la misma manera, dice que “cuando el estudiante está en relación continua en el campo, con la ingeniería, entonces tiene los conceptos y la práctica en el momento para tomar decisiones”. Así, “cuando se le presente una situación determinada, para tomar una decisión, como algún cambio en los diseños o en la construcción de una obra, lo puede hacer con mayor seguridad precisamente por lo que ya desde la experiencia en el pregrado tiene conocimientos sobre la materia”. Al respecto, en el método se privilegia la competencia para adquirir conocimientos de forma autónoma y así siga aprendiendo de forma continua (Prieto *et al.*, 2006a). En este sentido, el método ayuda a la construcción de capacidades de los participantes como el aprendizaje autónomo.

De la misma manera, el monitor MB expresa que “en el método de proyectos se está formando para adquirir mayor capacidad de decisión y autonomía”. Igualmente dice que “con el método del proyecto ellos

aprenden a tomar decisiones en cuanto a las distancias a recorrer, a los tiempos en la toma de muestras y para la ejecución de los ensayos de laboratorio". Continúa, "ellos aprenden a decidir sobre la cantidad de veces que se debe hacer un ensayo para poder tener el resultado óptimo". En este sentido, se ha encontrado que los estudiantes se divierten trabajando con proyectos y con mayor tiempo de trabajo independiente se preparan en el aprendizaje autónomo (Pérez, 2006). Al respecto, un valor que se requiere fomentar es la autonomía, que se debe promover desde los primeros semestres.

Así mismo, el estudiante AC dice que "con el método de proyectos se forma más en autonomía". También expresa que "el método de proyectos permite formar para tomar decisiones, con mayor cercanía a la realidad y es el que forma más fácilmente para la autonomía". De la misma forma plantea que "con este método los estudiantes aprendemos a tomar decisiones, de la manera cómo se va a trabajar y a tomar decisiones para ejecutar el proyecto". De otro lado, precisa que "con el método tradicional no existe esa posibilidad porque todo se lo imponen y de esa manera las cosas no salen bien. A mí sí me gusta mucho el método de proyectos". Al respecto, se destaca el desarrollo de la autonomía, especialmente cuando se lleva a cabo en actividades en equipo y los resultados con mayor desarrollo autónomo se consiguen en las ingenierías.

De forma similar, el monitor WA expresa que en "el método por proyectos se enseña una mayor capacidad de decisión y de autonomía porque se está enfrentando, a partir de la teoría, a que tome decisiones en la práctica". Él dice que "es más autónomo cuando el estudiante es capaz de confrontar la realidad y se arriesga a decidir. Así comienza el proceso de tomar confianza". En este sentido, para escoger el tema, una alternativa es que los estudiantes lo hagan dentro de un rango de opciones suministrado por los profesores en los contenidos del semestre.

De igual forma, el profesor MH plantea que "en el método por proyectos se nota una alta relación con la formación en autonomía". Igualmente, expresa que "en los proyectos los estudiantes tienen acceso a trabajar con

problemas y ellos toman las decisiones para llevar a cabo su trabajo final". En este sentido, el método por proyectos aporta a la formación autónoma, porque le permite tomar decisiones con base en un propósito preciso (Covey, 2013). En las asignaturas de los últimos semestres se tiene más autonomía, para la elección de los objetivos de aprendizaje y para la propuesta metodológica (Valero-García y Navarro, 2006). Al respecto, la planeación contribuye a la autonomía, pasando de tareas totalmente establecidas, hasta la definición de los procesos por parte de los estudiantes. En el método los estudiantes deciden los objetivos de aprendizaje y su evaluación y así se promueve la autonomía.

En los proyectos que se tomaron ejemplos con base en las discusiones en reuniones semanales los investigadores y los monitores orientaron para que los estudiantes tomaron las decisiones pertinentes para llevar a cabo todas las etapas del proyecto, con alta proactividad y autonomía. Así, se hicieron transformaciones sustanciales en los investigadores, en los estudiantes y en el entorno (Perico-Granados *et al.*, 2014b). Entonces, los estudiantes tomaron sus propias decisiones en las salidas de campo, en las visitas a las vías, sobre los días para la toma de muestras, consecución de la información y análisis de los resultados. Se observó la construcción en autonomía y en los resultados finales, con la confianza que les permitió llevar a cabo excelentes exposiciones de sus proyectos. Creció la autonomía con base en pequeñas decisiones como la de escoger las herramientas para trabajar en los momentos apropiados. Todos expresaron que la autonomía que se formó fue importante para sus vidas.

Mayor nivel de experticia

Sobre el nivel de experticia, el monitor DR expresa que "se forma con mayor nivel de experticia, entendida como la combinación de la teoría con la práctica, en el método de proyectos". Igualmente, "sí el estudiante tiene los fundamentos teóricos y a la vez los está llevando a la práctica, existe así una retroalimentación, tendrá presente los unos y los otros y de esa forma

incrementa su experticia”. De otro lado, expresa que “a los estudiantes que solo se han limitado a fundamentos teóricos en el campo de la ingeniería, desconociendo la realidad, entonces no tienen un buen nivel de experticia”. También, el profesor MH plantea que “se adquiere mucha más experticia, como la combinación entre teoría y práctica, en el método por proyectos”. Él dice que “especialmente la consigue por el contacto con los equipos de trabajo, que luego van a estar usando en su profesión”. En este sentido, el proceso se ha desarrollado mediante el ensayo y el error y se construye el conocimiento en la práctica, la reflexión y la teoría (Schön, 2003).

De igual manera, el monitor MB plantea que “en el método de proyectos se adquiere mucha más experticia. Esta la defino como la combinación entre teoría y práctica. Allí se usan herramientas y se trabaja en la práctica y se estudia la teoría”. Igualmente, el estudiante AC precisa que “si la experticia es la adecuada combinación entre la teoría y la práctica, entonces, con base en mi experiencia, se forma con más nivel de experticia en el método de proyectos”. También, el monitor WA apunta que “se consigue mayor nivel de experticia en el método por proyectos”. Él dice que “la experticia siempre se adquiere cuando uno está en campo y en los laboratorios y cuando se puede usar la teoría”. Al respecto, el método de proyectos tiene un alto componente de práctica, sin embargo, el proceso de teorización es cada vez más importante en la construcción del conocimiento para la formación de la experticia sobre el tema.

En todo el proceso, tanto en las entrevistas como en la rejilla de observación, se pudo precisar que en el método de proyectos hay un alto nivel de experticia, entendida como la adecuada combinación de teoría con práctica. Los estudiantes revisan la teoría y luego llevan a la práctica esos conocimientos desarrollando el proyecto. Practican con equipos, herramientas, instrumentos, hacen visitas de campo a obras y hacen todo el proceso de muestras y ensayos de laboratorio. Obtienen unos resultados que luego comparan con los conceptos estudiados para consolidar los

conocimientos. Igualmente, consultan a los laboratoristas a los monitores o al profesor cuando tienen dudas en el proceso. De esta manera se están comenzando a formar como expertos y adquieren más confianza. En cambio, con el método tradicional, con la sola memorización de conocimientos, los estudiantes se quedan con inseguridad para actuar en el desempeño de su profesión, en los primeros años.

Mayor fluidez, identificación y resolución de problemas y alta colaboración

En las entrevistas y en las observaciones se apreció que con este método se aprende a identificar, resolver problemas y a hablar en público para exponer de manera apropiada los avances y los proyectos. Igualmente, se acostumbra a actuar con más fluidez, en todo el proceso, a interactuar y a buscar información. Los estudiantes incrementan sus consultas entre ellos mismos, se aumenta la capacidad de comunicación y asciende de forma notable la capacidad de colaboración entre los participantes. Sin embargo, a veces acuden al docente para preguntar aspectos de los que no están seguros. Con este método el estudiante se prepara mucho mejor para su desempeño profesional, pues únicamente con los conocimientos teóricos no se aprende a resolver problemas y no se desarrollan competencias comunicativas de forma significativa.

En este sentido, el monitor DR expresa que “en el método por proyectos los profesionales aprenden a hablar con más fluidez y también identifican y resuelven problemas con más precisión”. De otro lado, precisa que “con el método tradicional considero que los estudiantes se limitan a los conocimientos teóricos y así no aprenden a resolver problemas prácticos”. De igual forma, dice que “en el método por proyectos hace que tengan los estudiantes una mente más abierta, donde ellos ven posibilidades y puedan generar productos más efectivos”. Igualmente, el monitor MB dice que “en el método de proyectos se desarrolla más gusto por la profesión y se pueden identificar y resolver problemas, con más facilidad. Se tiene

más práctica y hace lo que va a solucionar más tarde en su carrera como ingeniero civil". Al respecto, en el método por proyectos los estudiantes adquieren competencias en resolución de problemas de la cotidianidad y de la profesión.

El monitor WA precisa que en el método por proyectos los estudiantes se "capacitan para resolver problemas reales porque se puede partir de la bibliografía, conocer posteriormente los procedimientos empíricos para desarrollarlos, analizar los resultados y terminar con unas conclusiones". Por su parte, el profesor MH dice que "en el método de proyectos se adquiere mayor fluidez para identificar y resolver problemas". Igualmente, expresa que "en el método por proyectos el estudiante ya tiene un proceso de aprendizaje que le va a ayudar a conocer más y le da la práctica que es lo que va a resolver un día en su carrera como ingeniero". Finalmente, él afirma que "este proceso le va a quitar el miedo para enfrentarse a la realidad y le va a dar la seguridad para poder desarrollar sus proyectos en el futuro". En conclusión, con el método por proyectos se incrementa la capacidad para identificar, analizar y resolver problemas.

El monitor DR expresa que los estudiantes "desarrollan mayor capacidad colaborativa con el método por proyectos". Continúa diciendo que "hay más colaboración entre ellos por supuesto, porque siempre la colaboración está muy ligada a la práctica". Para Sandoval (2011), con el método se resuelven las dificultades en el proceso cada vez con más destreza. Al respecto, se ve un proceso colaborativo, con una retroalimentación del mismo equipo y del tutor y con tareas compartidas que permiten una mejor solución de los problemas. También, desde la revisión del problema en toda su magnitud, con sus diferentes descripciones y vertientes hacen posible tomar las mejores soluciones.

Igualmente, el monitor MB plantea que en los proyectos "tienen mayor dinamismo, mayor acción y así desarrollan mayor capacidad de colaboración". En igual sentido, el profesor MH expresa que en el método de proyectos "hay mucha más colaboración porque se está trabajando con

más confianza tanto con sus compañeros, como con el docente o con el tutor que le va a estar guiando”. El profesor igualmente dice que “toda la interacción y todos los elementos que se les presentan les permiten tener de dónde escoger, para realizar sus proyectos”.

Asimismo, el monitor WA expresa que allí “se desarrolla mayor capacidad colaborativa porque los estudiantes aprenden a revisar sus actuaciones, a identificar sus habilidades, sustentándose en las ventajas que tiene cada uno”. Él precisa que “ellos hacen las cosas que se les facilitan: unos pueden ser buenos en la experiencia y otros pueden redactar mejor, analizar mejor los datos y organizar mejor la información”. También dice que “en el equipo se desarrolla una gran capacidad de colaboración”. En este sentido, el método por proyectos ayuda en la construcción de capacidades de los participantes a través de una alta colaboración.

En los proyectos que se tomaron, los investigadores, los monitores y los estudiantes adquirieron fluidez verbal y en el trato con las personas. Aprendieron a resolver problemas con sus colegas, con el equipo de trabajo, con los otros actores y con el entorno. Especialmente, se observó el avance de los estudiantes en este aspecto en la cotidianidad, superaron los obstáculos, trabajaron en equipo y cumplieron sus metas. Para destacar está la fluidez en la expresión oral, en la confianza adquirida e interacción en su contexto, aspecto que les permitirá interactuar en diferentes escenarios personales y profesionales.

Mejores competencias profesionales

Se vio que con el método por proyectos se incrementan de forma sustancial las competencias profesionales por todos los aspectos que se trabajan desde las visitas a las obras, las salidas de campo, la toma de muestras de materiales, los ensayos de laboratorio, el procesamiento de la información, el análisis de resultados y la obtención de conclusiones. Los estudiantes aprenden a proponer posibles soluciones y a escoger la óptima,

de problemas reales de ingeniería civil como acueductos, mampostería, taldes, construcción de viviendas, entre otros. Adicionalmente, tres discentes plantean que aprenden a relacionarse y a trabajar en equipo, actividades esenciales para su futuro profesional, que ponen en práctica en varias oportunidades durante su estudio. Entonces, así se mejoran sus competencias profesionales con el desarrollo de actividades que les gustan y que luego van a trabajar. Estos aspectos no se obtienen con el método tradicional.

En este sentido, el monitor DR expresa que “en el método por proyectos se tiene la oportunidad de construir mejores competencias profesionales, con más capacidad de decisión, más capacidad de análisis y más capacidad para construir el problema”. También dice que “de esa forma puede que sea más competente el profesional, en determinada situación, en el mundo laboral de la ingeniería civil”. Al respecto, se ha observado en los estudiantes, el incremento en cantidad y calidad de conocimientos, capacidad de recordación, desarrollo de la curiosidad intelectual, manejo y selección de información, capacidad de argumentación y expresión en público, trabajo en equipo y la contribución en la formación crítica. Sin embargo, es necesario que los profesores estén atentos en el cumplimiento de los requisitos mínimos, como normas, criterios para diseñar y construir obras seguras. Ellos aprenden trabajo en equipo, interacción personal, creatividad, solución de problemas, comunicación y habilidades de pensamiento crítico y reflexivo. Igualmente, se fomenta la honestidad, la responsabilidad y el compromiso.

Así mismo, el monitor MB expresa que “en el método por proyectos se adquieren muchas más competencias profesionales porque ahí mismo se trabaja con la cotidianidad de un ingeniero”. Adicionalmente, dice que “cuando se presentan problemas en los ensayos o en otras actividades en la obra, ellos adquieren las competencias para resolverlos”. También plantea que “los estudiantes adquieren más competencias porque les gusta más la parte práctica y luego la combinan con lo teórico”. Termina expresando que “combinando la práctica con la teoría se les queda mucho más el conocimiento. Ellos conocen el proceso de hacer un análisis o un ensayo

y aprenden a realizarlo". Según Mateo y Vlachopoulos (2012), con este método se adquieren más competencias prácticas y efectivas. Para Pérez (2006), se ha comprobado, especialmente en ingeniería y psicología, las extraordinarias ventajas que representa para los nuevos profesionales trabajar con este método, por las competencias que desarrolla. En este sentido, las competencias profesionales desarrolladas por los discentes demuestran la efectividad del método.

De la misma manera, el monitor WA expresa que "en el método por proyectos con base en la teoría, la realidad del proyecto, su ejecución, resultados y análisis se obtienen conclusiones que les permite a los estudiantes construir mejores competencias profesionales". Él plantea que "estas competencias profesionales permiten a los estudiantes resolver problemas, superando el solo conocimiento teórico. Este normalmente les genera a los estudiantes baches que son superados con el trabajo apropiado con los conocimientos empíricos". Al respecto, el método por proyectos promueve "el liderazgo, la comunicación, la toma de decisiones, el pensamiento crítico, la creatividad y el trabajo interdisciplinario" (Font Ribas, 2004, p. 10). En este sentido, se obtienen competencias profesionales como pensamiento crítico, análisis de la información, capacidad de síntesis y construcción de conceptos. Igualmente, comprende fenómenos del entorno profesional, político, social, económico y cultural. Se potencia la capacidad de comunicación y les genera a los estudiantes seguridad, autonomía y mayor capacidad para tomar decisiones.

Por su parte, el profesor MH expresa que el estudiante al trabajar por proyectos, "él mejora mucho sus competencias profesionales y si ya tiene claras sus metas, en el proceso, le va dar mejor resultado para el ejercicio de su profesión". Al respecto, el método ayuda a promover la construcción del conocimiento e incentiva la investigación continuada en los profesionales. Igualmente, promueve la investigación formativa, genera curiosidad y creatividad en los estudiantes (Perico-Granados *et al.*, 2016a). Es vital comenzar desde los pregrados y profundizar mucho más en las

maestrías y doctorados. Así, se mejora la motivación para crear nuevo conocimiento, a través de la investigación, superando la sola transmisión de conocimientos (Forero, 2015). En este mismo sentido, se fomenta el desarrollo de habilidades para la búsqueda de información, selección, análisis, uso de la misma y correlación con el entorno, aspectos esenciales en la profesión de ingenieros. Hay más formación autónoma, capacidad para decidir y mayor perfeccionamiento.

En los proyectos se observó el incremento en las competencias profesionales con el cambio en la actitud de los investigadores, los monitores y los estudiantes. Tomaron mayor iniciativa y proactividad para transformar procesos, generar cambios en el entorno y en la transformación personal (Perico-Granados *et al.*, 2014a). Los estudiantes aprendieron a desarrollar diagnósticos en las vías, a recoger y procesar información, a analizar esta y a obtener conclusiones. Construyeron equipos de trabajo, aprendieron a ejercer liderazgo y con base en prácticas de geotecnia, acueductos y de estructuras, a la vez que adquirieron competencias profesionales, a partir de las visitas, con la orientación de los investigadores, monitores y el investigador principal.

Límites de la efectividad y utilidad del método tradicional para la formación profesional

Del método tradicional, el monitor WA expresa que “es poco útil para la carrera de la ingeniería civil porque los conocimientos quedan condicionados solamente por la memoria y esta es muy frágil. Así se olvidan esos conocimientos con mucha facilidad”. De otro lado, el mismo monitor afirma que “cuando se llevan a cabo prácticas o ensayos de laboratorios, para probar la teoría, se establece de qué forma se comportan en realidad los fenómenos, entonces los conocimientos construidos tienen más importancia para el estudiante”. De otro lado, según Sandoval (2011), en las pocas prácticas que se hacen con el método tradicional, se ejecutan con

guiones rígidos y con los mismos datos todos los años. Entonces, el esfuerzo de los profesores es poco y el de los estudiantes lo mismo. Los discentes califican a estas prácticas como muy poco efectivas y de muy poca utilidad para su carrera.

El monitor DR plantea de este método que “no son muy efectivas y no son muy útiles esas prácticas porque con la transmisión de conocimientos y con la sola memorización, el ingeniero civil no aprende las competencias que se requieren en el mundo laboral”. Él también afirma que “cuando uno como estudiante se limita a los fundamentos de la metodología tradicional retroalimenta la información en el momento, pero pasado el tiempo los conceptos se olvidan”. Igualmente, afirma que “siempre se deben relacionar con la práctica para que el estudiante no solo tenga los fundamentos teóricos, sino que le queden las enseñanzas de la práctica”. Para Flórez (2000) y para Prieto *et al.* (2006b), con el método tradicional se hacen pocas prácticas y pocos talleres y el docente es el único protagonista. Al respecto, este modelo está caracterizado por relaciones transmisionistas y de forma vertical, con docentes eruditos como protagonistas principales y estudiantes solo como receptores de la información. Son permanentes las exposiciones de aquellos y con muy pocos talleres y prácticas, elementos que poco tienen que ver con los docentes reflexivos.

Igualmente, del método, el monitor MB expresa que “con esta forma de enseñar no es mucho lo que sirve a los estudiantes. Ellos olvidan muy pronto los conocimientos”. En el mismo sentido, el docente de pavimentos dice que “su utilidad es mínima porque esos conocimientos se aprenden de forma transitoria, para los exámenes, y con facilidad los olvidan”. Para Prieto *et al.* (2006a), con este método se memorizan conocimientos que olvidan muy rápido. Al respecto, en este método el profesor es el experto, transmite la información y los estudiantes son recipientes para llenarlos de conocimientos. Ellos escuchan, absorben, transcriben, memorizan y repiten la información para los exámenes y luego la olvidan. Así, se sigue priorizando el desarrollo de la memoria, almacenando datos que olvidan tan pronto pasan las evaluaciones.

Igualmente, el profesor MH expresa que “el método tradicional, con alta memorización, es poco efectivo para la retención y construcción de los conocimientos. Diferente al método de proyectos, que con una parte práctica permite retener mucho más lo que se está aprendiendo”. Para Prieto *et al.* (2006a), los estudiantes se dedican a tomar apuntes y siguen desarrollando la memoria. Según Schön (2003), con el método tradicional se hacen proyectos anclados en problemas bien estructurados y el mundo de la realidad tiene una alta incertidumbre y está lleno de variables. Al respecto, en la formación tradicional los estudiantes no saben buscar, encontrar, procesar y asimilar la información que requieren en su profesión y tampoco trabajan en laboratorios. Los docentes sobrevaloran la teoría y le dan poca importancia a los laboratorios y prácticas. Los estudiantes plantean que los procesos, hasta las evaluaciones, deben hacerse en vivo para fomentar el esfuerzo y no el parasitismo. Así se puede aprender lo que van a necesitar en el futuro.

Al respecto, se encontró en las entrevistas a los profesores, a los monitores y a los estudiantes que coinciden, todos ellos, en que el método tradicional es poco efectivo para los procesos de enseñanza y aprendizaje. Con la memorización de los conocimientos y evaluaciones puntuales la efectividad es mínima para la formación de los profesionales de la ingeniería civil. Los profesionales pasan los cursos, pero el aprendizaje es mínimo y salen totalmente inseguros de sus conocimientos. Es diferente con el método de proyectos que con las prácticas la construcción del conocimiento es mucho mayor y dura por mucho más tiempo. Son resultados similares a los encontrados en los proyectos elegidos como seguimiento al método.

Aprendizaje con base en actividades

Se vio que el método de proyectos está fundamentado en actividades organizadas que van desde la consecución de la información, la ejecución del proyecto, toma de muestras, visitas a obras, estudios de topografía, ensayos de laboratorio, análisis de resultados, obtención de conclusiones y

entrega del informe final. Todos ellos son esenciales en la construcción del conocimiento. Se observó que todo el tiempo los estudiantes están haciendo actividades e incluso, en muchos casos, se dividen actividades entre ellos para que tengan un mayor rendimiento, sobre todo si son repetitivas.

En este sentido, el monitor WA plantea del método de proyectos que “tiene alto componente basado en actividades porque el método está estructurado tanto en una parte teórica como en un buen porcentaje en la parte práctica”. Él precisa que “son actividades que pueden ir desde las tomas de muestras, los ensayos de laboratorio, las visitas a las obras, los estudios de topografía, entre otros”. Al respecto, parte central del método es que se desarrolla con actividades, desde la misma problematización, consecución de datos, cifras, estadísticas e información que hacen visible el problema. La mayor parte del proceso se fundamenta en actividades, que adicionado a las otras ventajas hacen que el aprendizaje sea significativo para los actores.

El profesor MH dice del método que “incluye una parte de teoría y una mayor parte de práctica. Esta parte práctica incluye las actividades que se desarrollan en el método por proyectos. En este aspecto se fundamenta mucho más el método y que es la razón por la cual los estudiantes tienen un mayor protagonismo. Ellos aprenden haciendo actividades”. En este sentido, estas actividades les generan un conocimiento excelente y si se repite lo consolidan. Lo ideal es que en cada semestre cambien los estudiantes de actividad, dentro de un proyecto y de grupo, para esto que les permita tener mayores competencias. Así, recontextualizan sus acciones y les permite generar un proceso continuo de aprendizaje que hace que sean mucho más efectivos como profesionales reflexivos.

También, el monitor DR expresa que “el método está basado en actividades porque en la investigación, en las prácticas, van a estar presentes estas desde conseguir la información, hasta las prácticas en los laboratorios”. Él precisa que “así se cumple un fin, como una caracterización de materiales,

un estudio y un diseño, a través de actividades”. Así mismo, el monitor MB dice que “el proyecto es un conjunto de actividades que se desarrollan de forma organizada para obtener buenos resultados. El método del proyecto está basado en las actividades porque se presentan cronológicamente los pasos que se van a seguir para ejecutar ese proyecto”. Al respecto, quienes actúan son quienes obtienen resultados importantes, porque “los sistemas de actividad ofrecen recursos a aquellos que exploran e implementan las posibilidades de estos recursos en diferentes formas” plantea Roth (2009), citado por Hernández *et al.* (2015). Con las actividades y con las prácticas, se construye conocimiento, se resuelven problemas y adquieren confianza y seguridad.

En los proyectos escogidos se observó que los estudiantes hicieron muchas actividades de forma autónoma y otras con la orientación de investigadores y monitores. Recogieron información, leyeron artículos, observaron videos suministrados por el investigador principal y compartidos con investigadores y monitores. De esta manera, obtuvieron resultados, hicieron sus análisis y los compartieron de forma oral y por escrito, con base en las visitas y la información obtenida de diferentes maneras. Así obtuvieron la seguridad y confianza para compartir sus resultados en eventos nacionales e internacionales (Perico-Granados *et al.*, 2016b). Se encontró que una de las mayores atracciones para los estudiantes es que les permite trabajar en muchas actividades de campo y de laboratorio y se evita la monotonía de las clases magistrales. De esta manera, cuando fue necesario asistir a la biblioteca, lo hicieron con más gusto porque ya tenían la motivación de haber hecho las prácticas sobre la materia con sus compañeros.

Contribución a la interdisciplinariedad

Sobre la contribución del método a la interdisciplinariedad, el monitor MB dice que “en su conjunto se presentan varios aspectos de un problema que tiene que ver con varias disciplinas, además de la ingeniería civil. Así,

están los problemas de escrituras y de linderos que son de derecho y hay que investigar y analizar en un tiempo, esos problemas”. Igualmente, el monitor DR expresa que “el método contribuye a la interdisciplinariedad porque los problemas que se trabajan tienen un contenido de ingeniería civil, pero también están presentes otras disciplinas como el derecho, la economía y la sociología en las que el estudiante tiene que actuar”. En este sentido, la interdisciplinariedad ayuda a construir el conocimiento en presencia de otras profesiones, para ver la propia profesión en la realidad y en contextos diferentes. Así, los nuevos profesionales encuentran los problemas, de forma interdisciplinaria, en el futuro.

Igualmente, el monitor WA plantea que “se contribuye al desarrollo interdisciplinario porque además de la parte práctica, aplicar ecuaciones, sacar una muestra de suelo, aprende también que el proyecto tiene contabilidad, redacción adecuada y una buena administración”. Igualmente, “aprende de otras disciplinas como la ingeniería ambiental, la electrónica, u otras disciplinas, como sucede en la realidad”. También, el profesor MH plantea que “se trabaja con más comodidad en el caso de la topografía con varias disciplinas, aunque con más cantidad con la ingeniería civil”. Aunque, “el método que trabajamos es más disciplinar también permite el trabajo interdisciplinar. Con este método se resuelven problemas, que en la parte práctica normalmente son interdisciplinarios”. Al respecto, “los problemas más interesantes necesitan elementos de diferentes disciplinas” (Hernández *et al.*, 2015, p. 8). También se integran identidades de varias profesiones, en todo el proceso y se enriquece mucho más el proyecto.

Es decir, que, aunque los trabajos ejecutados son en esencia de ingeniería civil, el método de proyectos contribuye de forma importante al desarrollo de la interdisciplinariedad, con base en la cobertura del problema que se tome. Realmente, los planteamientos son interdisciplinarios en casi todos los contextos. Allí pueden intervenir otras disciplinas como la ingeniería ambiental, la electrónica, la sociología, la política, la economía, la arquitectura, el derecho, entre otras. Estos aspectos se observaron en los

proyectos elegidos donde hubo diálogo con la pedagogía, interacción con padres de familia en procesos sociológicos y reflexión sobre política para influir en decisiones gubernamentales.

Otras bondades del método por proyectos

Sobre otras ventajas del método de proyectos, el profesor MH plantea que “permite un avance continuo en la construcción del conocimiento. Siempre se va avanzando, mejorando y aprendiendo”. Sin embargo, “se requieren más medios, más recursos e ir desarrollando los cambios tecnológicos que se puedan ir implementando para desarrollar mejor el método por proyectos”. El monitor DR expresa que el método es “un excelente proceso para construir los conocimientos porque combina muy bien lo teórico con lo práctico. Genera en el estudiante confianza para tomar decisiones ante un determinado evento”. Es poco lo que se ha avanzado en procesos de teorización, existe poca literatura al respecto, especialmente en proyectos en que se trabaje en equipos y que su orientación está fundamentada en problemas.

El monitor MB dice que al método de proyectos “aporta mucho el que los implementos estén disponibles, ayuda mucho al fortalecimiento del conocimiento tanto de monitores como de estudiantes”. El monitor WA expresa que el método de proyectos es “un excelente método para construir los conocimientos, en donde los estudiantes tienen tantas posibilidades de dispersión en estos tiempos”. Él precisa que el método de proyectos “es capaz de cambiar el proceso de aprendizaje tradicional porque genera herramientas para mejorar la construcción del conocimiento, con habilidades y muchas más fortalezas en su vida”. Como se observa, los resultados son evidentes en su bondad, pero requiere de un trabajo mayor de los estudiantes y docentes y es aconsejable hacerlo en lo posible en toda la carrera (Valero-García y Navarro, 2006; Vizcarro y Juárez, 2006). Sin embargo, se requiere esfuerzo para hacerlo con espacios académicos de créditos importantes.

En este sentido, se observó que el método por proyectos es excelente porque combina teoría con práctica y hace mejor el proceso de construcción de los conocimientos, con un avance continuo, con un gusto especial de los estudiantes, con más motivación y con una recordación mucho mejor y por más tiempo. Igualmente, el método ayuda a que los estudiantes tengan mayor confianza en sí mismos y en sus conocimientos y puedan tomar decisiones con más seguridad. Permite una concentración en el proceso de aprendizaje, cuando hay muchas oportunidades de dispersión de los estudiantes. En los proyectos seleccionados se encontraron muchas bondades que hacen que con más recursos se incremente la construcción de los conocimientos de forma muy importante.

Epílogo

Desde 2010 se ha incrementado de forma importante la construcción de los conocimientos con el método de proyectos, por parte de los docentes involucrados en este estudio. Una vez revisada la literatura con ellos, se ha aumentado de forma sustancial este proceso. Los profesores sienten que su labor es mucho más efectiva por los resultados que se obtienen, a través de la motivación oportuna a los estudiantes. Ellos elaboran la planeación para promover el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje, hacen el seguimiento, incentivan la construcción del conocimiento y desarrollan la valoración durante el proceso. Igualmente, ellos ayudan en el proceso de mediación entre los estudiantes, el conocimiento, los medios de aprendizaje y las diferencias que se presenten entre participantes. A pesar del tiempo adicional que se requiere y la falta de recursos, los docentes persisten en este trabajo y tienen interés para seguir optimizando su desarrollo.

Los estudiantes, en los proyectos valorados, asumieron un rol más cercano al profesional de la ingeniería civil durante todo el proceso, dada su inmersión en la realidad y con el estudio de problemas relacionados con la profesión. Ellos hicieron trabajo de campo, toma de muestras, ensayos de laboratorio, visitas a obras y análisis de resultados comparando lo encontrado con los conceptos de diferentes autores. En sus proyectos

llevaron a cabo estudios, diseños y en unos casos seguimiento a obras en proceso de construcción. Con estos procesos se encontró que hay mucha más motivación durante el desarrollo del proyecto y una continua interacción entre los diferentes actores: estudiantes, docentes, monitores y laboratoristas. Estas actividades hacen que los estudiantes adquieran mejores competencias profesionales, dada la cercanía con la realidad del contexto. Quienes ya concluyeron sus estudios, por las habilidades adquiridas durante el proceso y por su proactividad, están trabajando en labores de su propia profesión o en investigación.

Los estudiantes, en todos los casos verificados en los proyectos estudiados, adquirieron una mayor capacidad para tomar decisiones, desde las más triviales de tiempo, modo y lugar para hacer las tomas de muestras, ensayos de laboratorio y análisis de resultados, hasta las de elaborar sus propias conclusiones. De esta manera, incrementaron de forma sustancial el desarrollo de su autonomía, gracias también la sinergia que les genera la confianza en la ejecución del proyecto. Igualmente, los discentes obtuvieron una mayor fluidez en todo el proceso, mayor interacción con sus compañeros y con los docentes, mejoraron su comunicación, pero especialmente aprendieron a superar dificultades de diferente índole: desde reparar una herramienta que se dañó en campo, adecuar los tiempos y los espacios para los ensayos de laboratorio, hasta llevar a cabo presentaciones previas de sus exposiciones para desarrollar una excelente exposición final. Ellos aprendieron que en sus manos tienen la capacidad para enfrentar muchos problemas que vive la sociedad colombiana.

Todos los estudiantes asignaron un valor importante a la adecuada relación entre teoría y práctica durante el proceso para que el resultado sea más efectivo, aspecto que hace que su nivel de experticia sea mucho mayor. Se observó que ellos atribuyen mucha importancia al trabajo de campo y a las visitas a las obras, junto con los ensayos en los laboratorios. Sin embargo, requieren de las explicaciones que les proporciona la teoría, aspectos que adecuadamente relacionados los van convirtiendo paulatinamente en expertos.

Los estudiantes que han participado en el proceso del método de proyectos han visto que los conocimientos construidos se consolidan y se recuerdan por mucho más tiempo que en el método tradicional, e incluso hay quienes afirman que lo hacen para toda la vida. Ellos lo atribuyen al proceso de experimentación en el trabajo de campo, ensayos de laboratorio y al análisis de resultados, comparando estos con la teoría, que ellos mismos hacen. Con base en estos procesos desarrollan un gusto especial, que hace que dediquen más tiempo a estas asignaturas y paulatinamente muchos se van convirtiendo en monitores.

En este sentido, se estableció que quienes han fungido como monitores tienen consolidada una mayor cantidad de conocimientos, con un incremento importante en el tiempo de recordación. Ellos tienen la posibilidad de seguirlos aumentando, dado que siguen explicando, conociendo e investigando con los estudiantes. Su ayuda es importante porque cubren otros espacios y tiempos cuando el docente no tiene esa posibilidad. Las habilidades profesionales y humanas adquiridas las siguen reforzando diariamente con la orientación a los estudiantes. Con su ayuda, en muchos casos, los estudiantes tienen la oportunidad de participar hasta cuatro veces en proyectos, durante su formación. Se comprobó que quienes estuvieron en el proceso de monitoría, una vez concluyeron los estudios tuvieron varias e inmediatas oportunidades de trabajo, por la experticia adquirida.

Se observó que se generó una mayor interacción social entre los participantes, entre los estudiantes y de estos con los docentes, con los monitores y con los laboratoristas. De esta forma, se observó que la construcción del conocimiento se facilitó porque se hizo en diferentes espacios y tiempos, con más motivación y con más confianza. El método tiene entre sus aspectos centrales el que se genera con base en una secuencia de actividades. En su conjunto originó más cooperación y colaboración y tuvo como efecto un mayor aprendizaje. Se vio que existió una mejor comunicación entre los mismos estudiantes, con explicaciones y profundización de conceptos entre ellos, produciendo una mayor consolidación del conocimiento.

La evaluación de los conocimientos construidos y de los procesos ejecutados se hizo de forma continua, durante todo el proceso de los proyectos. Así se evaluaron todas las actividades ejecutadas, incluida la participación individual y por equipos. Se concluyó que se debe evaluar todo porque si solo se hace con los contenidos los estudiantes se concentran en pasar las asignaturas, dejan de investigar y el método fracasa. Entonces, junto con la mayor cantidad de conocimientos adquiridos, su cercanía con la profesión que se estudia y la amplia participación de los estudiantes, con la apropiada orientación del docente, la mortalidad académica y la deserción escolar bajó de forma muy importante, con un promedio de tres a uno.

En los diferentes proyectos la construcción del problema de forma extensa resultó muy enriquecedora para los participantes, especialmente para los estudiantes, porque así aprendieron mucho más. Adicionalmente, se observó que se incrementó este aprendizaje cuando se trataba de problemas reales y de la profesión. De esta manera, los estudiantes adquirieron la capacidad para proponer mejores soluciones y probablemente ejecutables. Al respecto, la experiencia pasada de los participantes fue importante para construir mejor el problema y los conocimientos. Sin embargo, la experiencia del proyecto en sí fue igualmente importante porque permitió consolidar su aprendizaje.

En el método de proyectos, en los casos estudiados, a los docentes se les facilitaron las opciones para crear nuevos ambientes de aprendizaje con visitas a obras en construcción, toma de información en los recorridos, salidas a los páramos para establecer su deterioro, toma de muestras en campo, ensayos de laboratorio, manejo de herramientas y de maquinaria, análisis de resultados, exposiciones preparadas por los mismos estudiantes, elaboración y desarrollo del proyecto y elaboración de ensayos, con base en lecturas y prácticas, entre otras. Existió una variedad de posibilidades que fueron utilizadas y que en su conjunto permitieron desarrollar las prácticas necesarias para construir el conocimiento relacionado con los conceptos de forma apropiada.

De otro lado, los actores manifestaron la importancia de formar en pedagogía y en didáctica a los docentes. Sin embargo, en los cursos que se convocan para los procesos de capacitación, realmente son muy contados los casos de profesores de ingeniería que los toman. Tan solo existen dos casos de los 34 docentes que han tomado una especialización en formación universitaria, uno con maestría en educación y él mismo concluyó el doctorado en Educación. Hace falta preparación en pedagogía y en didáctica para que, además de conocer, puedan utilizar muchas herramientas que facilitan la construcción del conocimiento, tengan claridad para qué enseñan y las mejores maneras de hacerlo.

En los proyectos que tuvieron una duración mayor a un semestre, todos los investigadores terminaron graduándose con esos proyectos. Fueron bien evaluados y fueron publicados sus resultados, dadas sus condiciones de importancia para la profesión y su alto contenido social y ambiental. En los proyectos de Introducción a la Ingeniería, los estudiantes aprendieron competencias profesionales, humanas y se acercaron mucho más a su profesión. En todos los casos la construcción del conocimiento por parte de los investigadores los empoderó tanto que ellos además de las ponencias y publicaciones siguen comprometidos con cada uno de los temas trabajados. Estos resultados han hecho que se hayan cambiado planes de estudio, como el de Introducción a la Ingeniería, el cual se montó con base en el método de proyectos y se hizo lo mismo dos universidades más, de la misma manera.

En este sentido, para que exista un cambio sustancial, sí se requieren más docentes formados en el método de proyectos, en pedagogía y en didáctica, con más experiencia en la profesión, más recursos y mayor compromiso de los directivos. Igualmente, es necesario incrementar el número de monitores motivados para el mismo propósito. Adicionalmente, es necesario incrementar los espacios locativos, la maquinaria y las herramientas tanto para la toma de muestras como para la ejecución de los ensayos de laboratorio. Es necesario seguir perfeccionando el método en cuanto a una mejor descripción del problema y mejor fundamentación en los aspectos

teóricos y metodológicos. Igualmente, es necesario ampliar más el espectro de la evaluación para pasar en el momento oportuno a la coevaluación y mejorar los procesos para cimentar más el pensamiento crítico.

De otro lado, es necesario continuar con las siguientes etapas de las investigaciones iniciadas y se requiere desarrollar el método para analizarlo desde las distintas ópticas como el maestro, los monitores, los estudiantes, los laboratoristas y las instituciones. Se necesita una mayor divulgación en los diferentes niveles para que se observen las enormes ventajas del método y se pueda hacer seguimiento a las políticas públicas que se propongan, como resultado de las investigaciones. Igualmente, es necesario y urgente promover mucho más el desarrollo de competencias humanas, dadas las altas cantidades de dinero que manejan los ingenieros civiles en la contratación, con base en un núcleo sólido y fuerte de principios y de valores.

Por otro lado, se observó que este método permite investigar haciendo en la práctica procesos que normalmente son propios de la profesión y en ellos se va construyendo el nuevo conocimiento a partir de la propia experiencia y de la del equipo. Con la motivación de estar haciendo en la práctica trabajo de campo, toma de muestras, ensayos de laboratorio y procesos constructivos y con la confrontación de sus resultados con los conceptos, la teoría y otros proyectos, la elaboración de nuevos conceptos y la construcción del conocimiento es mucho mayor. Entonces, el método de proyectos es realmente una didáctica que genera investigación y produce resultados de investigación, por lo cual es un método de investigación.

Propuesta de formación de docentes de ingeniería civil, orientada al método de proyectos

Con base en la investigación de más de cinco años y cimentado por los buenos resultados, tanto con construcción de conocimientos teóricos, como con el desarrollo de los proyectos en los cursos de ingeniería en pregrado, especializaciones y la Maestría en Ingeniería Civil con énfasis

en Hidroambiental, se proponen unos aspectos para la formación de docentes de ingeniería civil y otros elementos importantes, orientados al método de proyectos que tienen entre otras características: el objetivo, la metodología y la duración del proceso. Entre estos están el de diseñar e implementar el método de proyectos en el programa completo, constituir una unidad de formación docente, precisar criterios de selección, vinculación y categorización de éstos, incrementar la inversión para hacer posible la aplicación del método, incrementar la formación de monitores y jóvenes investigadores y aumentar la vinculación de laboratoristas.

Objetivo uno: diseñar e implementar el método de proyectos en el programa de Ingeniería Civil, en la universidad que corresponda. Se propone que se revise la construcción de los planes de estudio que se han elaborado, basados solamente en contenidos disciplinares, y a partir de ellos se hagan las modificaciones para promover la investigación con base en proyectos, en todos los semestres y así obtener los excelentes resultados que se han encontrado en otras universidades. Se pueden reducir unos contenidos para que el proyecto que se ejecute vincule la mayoría de ellos, con base en los criterios de los docentes, a partir de una cualificación de estos en el método. Sin embargo, se plantea que se vaya haciendo de forma paulatina y secuencial, desde los primeros semestres. Al principio se comience en el primero y luego, en el siguiente periodo, en el primero y en el segundo; luego en el primero, en el segundo y en el tercero, hasta implementar el método en todo el programa, a lo largo de los diez semestres.

Objetivo dos: constituir una unidad de formación docente en el programa de Ingeniería Civil. Igualmente, con base en la investigación, se plantea que se constituya una unidad de formación docente en la facultad de ingeniería civil para que se formen los profesores en pedagogía, en didáctica, en currículo, en evaluación y en mediación de conflictos. Especialmente, la capacitación se priorizará en la formación en el método de proyectos, con una buena fundamentación teórica y práctica, en cada uno de estos aspectos. Para ello la universidad debe disponer de los recursos para que

los docentes tomen diplomados intersemestrales, privilegiando inicialmente a los profesores que orientan asignaturas en los primeros semestres y se van incrementando en forma ascendente, hasta concluir la totalidad de ellos. En los diplomados los docentes construirán los conocimientos trabajando la teoría del método con expertos y paralelamente llevando a cabo proyectos de su entorno, para poner en práctica esos conocimientos. Es necesario llevar a cabo un monitoreo para establecer los avances y definir los aspectos que se deben mejorar. Al respecto, se espera que todos los docentes nuevos obligatoriamente tomen esos cursos. Para todo este proceso se puede tomar como referencia los centros formativos, específicos para la profesión, que existen en universidades como en Alborg, en Dinamarca, y en la Universidad Autónoma de México, UNAM, entre otras.

Objetivo tres: establecer criterios académicos y administrativos que permitan claridad, transparencia y celeridad, en procesos de selección, vinculación y categorización de los docentes. Al respecto, entre los principales criterios es prioritario que los nuevos profesores conozcan el método de proyectos y/o tengan aptitudes y actitudes para desarrollarlo. Así se evita que se retroceda en el proceso. Igualmente, en la categorización docente se propone que el peso de las capacitaciones en pedagogía y didáctica, especialmente del método de proyectos sea muy alto, para incentivar su estudio y aplicación. Entonces, estos aspectos se deben incluir en el estatuto docente de la universidad para incrementar la motivación.

Objetivo cuatro: incrementar la inversión para impulsar el método de proyectos. Se plantea que la universidad interesada haga una mayor inversión en laboratorios y en docentes, en la facultad de ingeniería civil. El propósito es que éstos tengan más tiempo para la preparación de los problemas y de los proyectos y para que puedan llevar a cabo de forma apropiada todos los procesos. Entonces, se necesitan más docentes cualificados en el método de proyectos. Igualmente, se necesita ampliar los laboratorios, dado que, con los espacios, las herramientas y maquinaria que existen solamente pueden satisfacer la demanda actual. El método de proyectos requiere de más espacio

y maquinaria que permita a los diferentes estudiantes llevar a cabo la toma de muestras, desarrollar los ensayos de laboratorio y construir el análisis de resultados. Tanto los nuevos espacios como la maquinaria se pueden ampliar paulatinamente, proporcionalmente con base en el incremento de los estudiantes que están llevando a cabo el método.

Objetivo cinco: incrementar la formación de monitores y jóvenes investigadores por parte de los docentes. Los monitores, además de su alta capacidad para construir el conocimiento, tendrían estímulos como acumulación de horas para la opción de grado por esta modalidad y descuentos en la matrícula de un 10 % en cada semestre. Para ello, los mismos docentes deben hacer el proceso de formación de los monitores y de los jóvenes investigadores, a partir de la experiencia, con la información de las circunstancias a favor de ellos y con la motivación requerida para que se incremente la cantidad y la calidad de ellos. En este proceso los monitores y los jóvenes investigadores adquieren las competencias para combinar la teoría con la experiencia. Tanto los unos como los otros son muy importantes en el método de proyectos por la mediación y el seguimiento a las diferentes investigaciones. Ya es un logro importante el que ellos se preparen con esta orientación, pero su acción, con la orientación de los maestros se multiplica de forma importante con la ayuda en la construcción del conocimiento con los estudiantes.

Referencias

- Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería. (2015). *Encuentro Internacional de Educación En Ingeniería. Una formación de calidad en ingeniería, para el futuro*. Opciones Gráficas Editores.
- Antolínez, N y Rivera, J. (2014). *Incidencia de las condiciones laborales en el clima del aula*. [Tesis de maestría, Universidad Santo Tomás].
- Aparicio, P, Caro, M., Del Río, L., Yélamos, J., Aguado, E. y Salinas, J. (2006). Resultados de la aplicación de evaluación continuada en la asignatura de inmunología. Experiencia con resolución de problemas. En J. García-Sevilla (coord.). *La metodología del aprendizaje basado en problemas* (pp. 191-210). Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones.
- Apple, M. (1986). *Ideología y currículo*. Ediciones Morata.
- Araque-Niño, I., Britto Aponte, M., Cuellar-Rodríguez, L., Perico-Granados, N. (2020). Fitorremediación en aguas residuales sin tratamiento previo. Caso: Tierra Negra, Boyacá. *Revista de Tecnología*, 7(1), 37-48 <https://doi.org/10.18270/rt.v17i1.2950>
- Bogoya, J. D. (2007). *Hacia un sistema integral de la evaluación de la calidad de la educación en Bogotá*. Unibiblos. Secretaría de Educación Distrital.

- Bohórquez-Góngora, F. (2008). *Comunicación vital en la formación del médico*. [Tesis de doctorado, Universidad del Cauca].
- Bruner, J. (2004). *Realidad mental y mundos posibles. Los actos de la imaginación que dan sentido a la experiencia*. Gedisa.
- Caro, S. y Reyes, J. (2003). Prácticas docentes que promueven el aprendizaje activo en ingeniería civil. *Revista de Ingeniería* (18), 48-55.
- Carr, W y Kemmis, S. (1989). *Teoría crítica de la enseñanza*. Ediciones Martínez Roca, S.A.
- Comenio, J. (1998). *Didáctica magna* (8ª. edición). Porrúa.
- Corchuelo, M. (2006). *Un giro en la educación en ingeniería: la Universidad del Cauca*. [Tesis de doctorado, Universidad del Cauca].
- Corchuelo, M.; Catebiel, V, y Castro G. (2006). *La formación social y humanística del ingeniero en la universidad del Cauca*. http://www.iered.org/archivos/Publicaciones_Libres/2006_Perspectiva_Investigacion_Cauca/capitulo7.pdf
- Cortina, A. (10 de febrero de 2004). Educar para una ciudadanía cosmopolita. *El País*. https://elpais.com/diario/2004/02/11/opinion/1076454006_850215.html
- Covey, S. (2013). *La sabiduría y las enseñanzas de Stephen Covey*. Planeta.
- Covey, S. (2003). *El liderazgo centrado en principios*. Paidós.
- Dewey, J. (2001). *Educación y democracia. Una introducción a la filosofía de la educación* (4ª. edición). Morata.
- Dewey, J. (2004). *Experiencia y educación*. Paidós.
- De Zubiría, J. (2014). *Cómo diseñar un currículo por competencias*. Magisterio. Instituto Alberto Merani.

- Díaz-Barriga, A. (2007). *Didáctica y currículo*. Paidós.
- Elliot, J. (2005). *El cambio educativo desde la investigación-acción*. Morata.
- Flórez, R. (2000). *Pedagogía del conocimiento*. McGraw Hill.
- Font Ribas, A. (2004). Las líneas maestras del aprendizaje por problemas. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 18(1), 79-95.
- Forero, G. (16 de septiembre de 2015). Andes, Javeriana y Antioquia cayeron en el ranking de QS. *La República*. <https://www.larepublica.co/globoeconomia/andes-javeriana-y-antioquia-las-universidades-que-cayeron-en-el-ranking-de-qs-2301386>
- Freire, P. y Faundez, A. (2018). Por una pedagogía de la pregunta. Crítica a una educación basada en respuestas a preguntas inexistentes. Siglo XXI.
- Gadamer, H. (2007). *Verdad y método. Fundamentos de una hermenéutica filosófica*. Salamanca.
- Guzmán C, Durán D, Gallego J, Castaño E, Gallón S, Gómez K, Vásquez J. (2009). *Deserción estudiantil en la educación superior colombiana. Metodología de seguimiento, diagnóstico y elementos para su prevención*. Ministerio de Educación Nacional.
- García- Sevilla, J., Hidalgo, M. D., Martín, P., Sáenz, C., Romero Medina, A., Bermejo, F., Pedraja, M. J., Pérez, M. Á. y González, F. (2006). La metodología ABP aplicada como metodología parcial en el contexto de una asignatura o de una licenciatura. En J. García-Sevilla (coord.). *La metodología del aprendizaje basado en problemas* (pp. 151-170). Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones.
- Hernández, C.; Ravn, O. y Valero, P. (2015). El modelo PO-PBL desde una perspectiva socio-cultural del aprendizaje. *Journal of Problem Based Learning in Higher Education*, 3(2), 16-36. <https://journals.aau.dk/index.php/pbl/article/view/1206>

- Jamison, A., Kolmos, A., Egelund, J. (2014). Hybrid learning: An integrative approach to engineering education. *Journal of Engineering Education*, 103(2), 253-273. <https://doi.org/10.1002/jee.20041>
- Kemmis, S. (1988). *El curriculum: más allá de la teoría de la reproducción*. Morata.
- Kolmos, A. (2004). Estrategias para desarrollar currículos basados en la formulación de problemas y organizados en base a proyectos. *Educación*, (33), 77-96.
- Kolmos, A; Holgaard, J. y Dahl, B. (2013, julio 2-3). *Reconstructing the Aalborg Model for PBL, un caso de la Facultad de Ingeniería y Ciencia, Universidad de Aalborg*. [Sesión de conferencia]. Cuarto Simposio Internacional de Investigación sobre Aprendizaje Basado en Problemas. Kuala Lumpur, Malaysia. <http://tree.utm.my/wp-content/uploads/2013/11/Reconstructing-the-Aalborg-Model-for-PBL-.pdf>
- Kolmos, A. (2015, 13-15 de julio). *Design-based research: Issues in connecting theory, research and practice*. [Sesión de conferencia]. Research in Engineering Education Symposium Sider. Dublín, Irlanda. <https://vbn.aau.dk/en/publications/design-based-research-issues-in-connecting-theory-research-and-pr>
- Leonard, A. (2011). *La historia de las cosas*. Nomos Impresores, S.A.
- Londoño, C. (1992). Los intereses sociales y educativos de las ciencias. *Cenes*, 19(18), 172-192.
- Mateo, J. y Vlachopoulos, D. (2012). Aplicando la metodología del aprendizaje basado en problemas en la asignatura de Gestión Cultural: un modelo alternativo de evaluación. *Revista Iberoamericana de Educación* 58(2),1-12. 10.35362/rie5821452

- Ministerio de Educación Nacional. (2016a). *Sistema de Información SPADIES*. <https://www.mineduacion.gov.co/sistemasinfo/spadies/#&panel1-3>
- Ministerio de Educación Nacional. (2016b). *El Ministerio de Educación Nacional pone a disposición la información estadística de educación superior 2019*. <http://www.mineduacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-propertyname-2672.html>
- Miranda Bitar, J. (2016). *Monitorias en ingeniería civil*. [Tesis de grado, Universidad Santo Tomás].
- Mollis, M. (2001). *La universidad argentina en tránsito. Ensayo para jóvenes y no tan jóvenes*. Fondo de Cultura Económica.
- Moreno, R., y Martínez, R. (2006). Aplicación de la metodología docente de Aprendizaje Basado en Problemas a grupos amplios de estudiantes. En J. García-Sevilla (coord.). *La metodología del aprendizaje basado en problemas* (pp. 133-149). Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones.
- Morín, E. (2008). *El año I de la era ecológica, La tierra que depende del hombre que depende de la tierra*. Paidós.
- Pérez-Tapias, J. (2017). *La insoportable contradicción de una democracia cínica*. Editorial de la Universidad de Granada.
- Pérez, M. (2006). La efectividad del ABP. En J. García-Sevilla (coord.). *La metodología del aprendizaje basado en problemas* (pp. 113-129). Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones.
- Perico-Granados, N. (2010). *La formación de los ingenieros civiles*. Editorial de la Universidad Santo Tomás de Tunja. https://www.ustatunja.edu.co/images/01-USTATunja/05-USTA-Tunja-ProgramasAcademicos/Pregrado/IngenieriaCivil/2017/Documentos/LA_FORMACION_DE_LOS_INGENIEROS_CIVILES.pdf

Perico-Granados, N. (ed.) (2012). *Primeros pasos en la formación de docentes de ingeniería civil*, Universidad Santo Tomás Libro de investigación. https://www.ustatunja.edu.co/images/01-USTATunja/05-USTA-Tunja-ProgramasAcademicos/Pregrado/IngenieriaCivil/2017/Documentos/Primeros_pasos_en_la_formacin_de_docentes_de_Ingeniera_Civil.pdf

Perico-Granados, N. (2017). *La formación de docentes de ingeniería civil en la universidad Santo Tomás de Tunja*. [Tesis de doctorado inédita, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia].

Perico-Granados, N. y Arévalo-Algarra, H. (2019). *Gestión del riesgo en obras de infraestructura y competencias humanas* [vídeo]: Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=GnZ8Kx-H7pc>.

Perico-Granados, N. y Pachón, J. (2015, septiembre 15-18). *Corrupción, pedagogía y ética*. Acofi papers, Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2015, Cartagena. <https://antiguo.acofipapers.org/index.php/eiei2015/2015/paper/view/1361>

Perico-Granados, N., Antolínez, N. y Rivera, J. (2014a). Incidencia de las condiciones laborales en el clima del aula. *Quaestiones disputatae*, 7(15), 19-31. En: <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/qdisputatae/article/view/838>

Perico-Granados, N., Barrera-Acevedo, J., Esquivel-Albarracín, D., Perico-Martínez, C. (2019). El método de proyectos en geotecnia vial caso: balasto para vía férrea Belencito – Paz del Río1. *Quaestiones Disputatae*, 12(24), 53-70. En: <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/qdisputatae/article/view/1811>

Perico-Granados, N., Caro-Camargo, C. y Garavito, L. N. (2016a). El proyecto en la investigación formativa. *In Vestigial Ire*, 9(1), 166-174. En: <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ivestigium/article/view/1156>

- Perico-Granados, N., Dávila-Bonilla, M., Murcia, K., Arévalo-Algarra, H., (2020b). Construcción de competencias humanas en ingeniería. *Hojas y Hablas*, (19), 99-121. En: <http://revistas.unimonserate.edu.co:8080/hojasyhablas/article/view/169>
- Perico-Granados, N., Galarza, Y., Díaz, M., Arévalo-Algarra, H., Perico-Martínez, N. (2020a). *Guía práctica de investigación en ingeniería: apoyo a la formación de docentes y estudiantes*. Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO.
- Perico-Granados, N., Garavito, L. y Suárez, P. (2014b). *Pedagogía y diagnóstico sobre la variación de la cobertura vegetal, 1985-2011, para Boyacá*. [Sesión de conferencia]. V Congreso Internacional de Ingeniería Civil, Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, Boyacá. <http://www.ustatunja.edu.co/cong/images/Articulos/-PEDAGOGIA%20Y%20DIAGNOSTICO%20SOBRE%20LA%20VARIACION%20DE%20LA%20COBERTURA%20VEGETAL%201985%202011%20PARA%20BOYACA.pdf>
- Perico-Granados, N., Puentes, P. y Soriano, B. (2016b). La formación de ingenieros civiles: una experiencia con el ferrocarril del Nordeste y la doble calzada BTS. *Ingenio Magno*, 7(2), 116-125. <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ingeniomagno/article/view/1198>
- Perico-Granados, N., Pachón-Eugenio, J., Perico-Martínez, L. (2017a). Educación y ética contra la corrupción. *Heurística, revista digital de historia de la educación*, (20), 465-475. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7216508>
- Perico-Granados, N., Sánchez, P. y Suárez-Alvarado, P. (2017b). Experiencias del docente y monitores con el método de aprendizaje basado en proyectos ABPr. Congreso internacional de educación. En: http://rdigitales.uptc.edu.co/memorias/index.php/ped_practicas/ped_practicas1/paper/viewFile/2706/2768

- Poveda, G. (2013). *Historia social de la ciencia en Colombia*, Tomo V. Colciencias.
- Prieto, A., Díaz, D., Monserrat, J., Barcenilla, H., Villarroel, M. y Álvarez-Mon, M. (2006a). Metodología ABP 4X4, aplicada a la docencia práctica en laboratorios de Ciencias Experimentales. En J. García-Sevilla (coord.). *La metodología del aprendizaje basado en problemas* (pp. 211-227). Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones.
- Prieto, A., Díaz, Da., Hernández, M. y Lacasa E. (2006b). Variantes metodológicas del ABP: El ABP 4X4. En J. García-Sevilla (coord.). *La metodología del aprendizaje basado en problemas* (pp. 55-74). Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones.
- Quiceno, H. (2015). De la pedagogía como ciencia a la pedagogía como acontecimiento. *Revista Educación y Pedagogía*, 9(19-20), 137-158.
- Quintar, E. (2008). *Didáctica no parametral: sendero hacia la descolonización*. Ipecal.
- Ruiz, D. Magallón, J. y Muñoz, E. (2006). Herramientas de aprendizaje activo en las asignaturas de Ingeniería Estructural. *Ingeniería y Universidad*, 10(1), 97-115.
- Sandoval, H. (2011). *Aplicación del aprendizaje basado en problemas en estudiantes de medicina de la asignatura Medicina Interna I de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá*. [Tesis de especialización, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/10088>
- Santos, B. (2011, enero 27-31). *Introducción a las epistemologías del Sur*. [Sesión de conferencia]. Foro de Davos.
- Satyananda, S. (2008). *Enseñanzas de Satyananda*. School of Yoga.
- Schön, D. (2003). *La formación de profesionales reflexivos*. Paidós.
- Senn, A. (2012). *Desarrollo y libertad* (11ª. edición). Planeta.

- Sierra, H. (2013). *El aprendizaje activo como mejora de las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje*. Universidad pública de Navarra.
- Soriano, B. y Puentes, P. (2015). *El ferrocarril del Nordeste y la doble calzada BTS*. [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás].
- Stenhouse, L. (1998). *Investigación y desarrollo del currículo* (4ª. edición). Morata.
- Tyler, R. (1982). *Principios básicos del currículo y la instrucción*. Morata.
- Universidad Santo Tomás. (2004). *Proyecto Educativo Institucional*. Universidad Santo Tomás.
- Universidad Santo Tomás. (2012). *Proyecto Educativo de la Facultad*. Universidad Santo Tomás.
- Valero-García, M. y Navarro, J. (2006). La planificación del trabajo del estudiante y el desarrollo de su autonomía en el aprendizaje basado en proyectos. En J. García-Sevilla (Coord.). *La metodología del aprendizaje basado en problemas* (pp. 171-190). Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones.
- Vargas, N. (2009). *Los modelos pedagógicos presentes en la formación de ingenieros civiles en la Universidad Santo Tomás*. [Tesis de grado, Universidad Santo Tomás].
- Vizcarro, C y Juárez, E. (2006). ¿Qué es y cómo funciona el aprendizaje basado en problemas? En J. García-Sevilla (coord.). *La metodología del aprendizaje basado en problemas* (pp. 17-36). Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones.
- Zambrano, A. (2002). *Los hilos de la palabra: pedagogía y didáctica*. Magisterio.
- Zemelman, H. (2015). Pensamiento y construcción de conocimiento histórico, una exigencia para el hacer futuro. *El Ágora*, 15(2), 343-351.

Desde la investigación se presentan unos aportes a la formación de docentes y profesionales de ingeniería, tanto en la parte disciplinar como en la pedagógica y en la didáctica, a partir de la utilización del método de proyectos, con estudiantes y profesionales. Se abordaron aspectos como la construcción del problema de forma apropiada, como excusa para aprender; la orientación de los participantes en el proceso; la importancia de las experiencias y de las actividades; la relación entre teoría y práctica; el trabajo en equipo y la reflexión para la construcción del conocimiento.

Se relacionan y se describen los proyectos en los que se cimentó la investigación durante los años 2014 al 2018, a partir de la motivación para llevar a la ejecución, con los cuales los participantes desarrollaron y consolidaron las competencias descritas. Se hizo hincapié en la creación de nuevos ambientes de aprendizaje para incrementar la construcción del conocimiento por parte de los actores y el desarrollo de la evaluación permanente.

Se encontraron aspectos como la disminución de la deserción y la mortalidad académica, incremento de la autonomía, la experticia, la solidaridad, solución de problemas, colaboración y mayor capacidad para el trabajo en equipo y la consolidación de las capacidades profesionales.



UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios
Educación de calidad al alcance de todos

Sede Cundinamarca